МАССОВАЯ РАДИО-БИБЛИОТЕКА

В. Г. БОРИСОВ

ЮНЫЙ РАДИОЛЮБИТЕЛЬ



ГОСЭНЕРГОИЗДАТ

МАССОВАЯ РАДИОБИБЛИОТЕКА

Выпуск 330

В. Г. БОРИСОВ

ЮНЫЙ РАДИОЛЮБИТЕЛЬ

Издание третье, переработанное и дополненное





ГОСУДАРСТВЕННОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

МОСКВА 1959 ЛЕНИНГРАД

Книга предназначена для широкого круга начинающих радиолюбителей. В форме популярных бесед она знакомит читателей с историей и развитием радио, с элементарной электротехникой и радиотехникой, с современным применением радиотехники. Содержит около 30 описаний различных несложных конструкций приемников и усилителей, простых измерительных приборов и приспособлений, фотореле, учебно-наглядных пособий по радиотехнике. В конце книги дан справочный материал.

Книга может быть использована в качестве практического пособия для кружков юных радиолюбителей, работающих по программам Министерства просвещения РСФСР и союзных республик и аналогичным программам ДОСААФ.

Виктор Гаврилович Борисов

ЮНЫЙ РАДИОЛЮБИТЕЛЬ

Редактор *Р. М. Малинин* Техн. редактор *К. П. Воронин*

Сдано в набор 21/I 1959 г. Подписано к печати 21/III 1959 г.
Т-03911. Бумага 84×108¹/₁₆ 28,7 печ. л. Уч.-изд. л. 34,1.
Тираж 200 000 экз. Цена 15 р. 15 к. Заказ 352.

Типография № 2 им. Евг. Соколовой УПП Ленсовнархоза. Ленинград, Измайловский пр., 29.
Отпечатано с матриц типографии Госэнергоиздата.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Закон «Об укреплении связи школы с жизнью и о дальнейшем развитии системы народного образования в СССР» требует от советской школы подготовки учащихся к жизни, общественно полезному труду, дальнейшего повышения уровня общего и политехнического образования.

Политехническое образование, вооружая учащихся общетехническими и трудовыми навыками, создает необходимую основу для более глубокого овладения специальностью.

Большое значение в связи с политехнизацией школы приобретает радиолюбительство. Являясь массовым движением в области технической самодеятельности, радиолюбительство политехнично в своей основе.

Оно требует знания математики, физики и электротехники, прививает любовь к ремеслам, к труду, дает практические навыки в обращении с измерительными приборами.

Наряду с этим радиолюбительство воспитывает настойчивость, изобретательность, умение преодолевать трудности.

Радиолюбители проводят большую общественно полезную работу по радиофикации школ, обслуживанию школьных радиоузлов, оснащению физических кабинетов наглядными пособиями.

Для дальнейшего развития радиолюбительства в школах, для радиокружков и юных радиолюбителей нужна литература.

Редакция Массовой радиобиблиотеки решила выпускать ежегодно книги и брошюры для юных радиолюбителей и в помощь радиокружкам.

Выпуск нового издания книги В. Г. Борисова «Юный радиолюбитель» должен обеспечить юных радиолюбителей основным учебным пособием. Это третье, переработанное и дополненное издание книги. В ней учтены многие предложения, высказанные читателями в письмах и на конференциях юных радиолюбителей, проведенных в различных городах страны.

В третье издание введены новые беседы, знакомящие читателей с полупроводниковыми приборами и связью на ультракоротких волнах. Кроме этого, значительно обновлены описания радиолюбительских конструкций, предлагаемых для самостоятельного изготовления. В частности, дается описание простой ультракоротковолновой радиостанции. В практической части эта книга является обобщением опыта школьных радиокружков, которыми руководил автор.

Редакция и автор выражают благодарность всем читателям, приславшим свои отзывы, а также организаторам и участникам читательских конференций по предыдущим изданиям книги «Юный радиолюбитель», и ждут отзывов и пожеланий по данному изданию.

Письма просим направлять по адресу: Москва Ж-114, Шлюзовая набережная, дом № 10, Госэнергоиздат.

Редакция Массовой радиобиблиотеки

ЮНЫЙ ДРУГ!

Эта книга—всего лишь букварь, который поможет сделать только первый шаг к познанию большой радиотехники. Но и на этом небольшом пути тебя ожидают и трудности и радости побед.

Сначала ты будешь строить простейшие приемники, чтобы познакомиться с азбучными истинами радиотехники. На этом этапе ты почувствуешь себя первоклассником, как это было несколько лет назад. Затем ты начнешь изучать и строить более сложные приемники и усилители. А потом...

Но не будем забегать вперед. Запомни одно: если хочешь стать радиолюбителем, накапливай знания, вырабатывай в себе упорство и настойчивость в достижении цели. Тогда на твоем пути к познанию радиотехники будет открыта широкая дорога, придет уверенность в свои силы, а она принесет радость победы.

Желаем тебе на этом пути больших успехов.

В. Борисов

Беседа первая

РАДИО—РУССКОЕ ИЗОБРЕТЕНИЕ

Взгляни на календарный листок 7 мая. На нем красными буквами выделены слова: День радио. Этот праздник установлен Советским правительством в память об одном из замечательнейших событий в истории русской науки и техники — дне рождения радио.

7 мая 1895 г. преподаватель электроминной школы в Кронштадте Александр Степанович Попов на заседании Русского физико-химического общества в Петербурге продемонстрировал изобретенный им прибор, способный принимать электромагнитные волны. Это была блестящая победа русского ученого.



Александр Степанович Попов.

Александр Степанович родился 16 марта 1859 г. в селе Туриинские рудники, выросшем ныне в город Краснотуриинск, Свердловской области. Там прошло и его детство.

Уже в раннем возрасте мальчик проявил себя необычайно трудолюбивым, смышленым и любознательным. Особое пристрастие у него было к технике. Его внимание постоянно привлекали всевозможные механизмы медного рудника. Наблюдая за их работой, юный конструктор построил свой игрушечный «рудник», все механизмы которого приводились в действие водяным колесом, вращаемым течением небольшого ручейка.

Появившийся в то время электрический звонок глубоко заинтересовал двенадцатилетнего Сашу. С помощью знакомых инженеров рудника он сам смастерил электрический звонок и пару гальванических элементов. Соединив все это с отремонтированными им часами-ходиками, он соорудил «электрический будильник». Будильник работал исправно, доставляя его конструктору немалое удовольствие.

Интерес к технике в детстве определил будущее Попова. Получив среднее образование в Пермской духовной семинарии, он в 1877 г. поступил на физико-математический факультет Петербургского университета. Здесь его любимым предметом стал курс электричества. Но университет не мог дать больших знаний в этой области, так как наука об электричестве была в то время еще неразвитой, хотя практическая электротехника накопила уже немалый опыт.

Занимаясь в университете, Александр Степанович одновременно работал на строительстве первых в России электростанций. Там он совершенствовал свои знания и вскоре сделался крупным специалистом по практическому применению электроэнергии.

В 1892 г. Попов блестяще закончил Петербургский университет, а год спустя начал работать преподавателем Минного офицерского класса в Кронштадте.

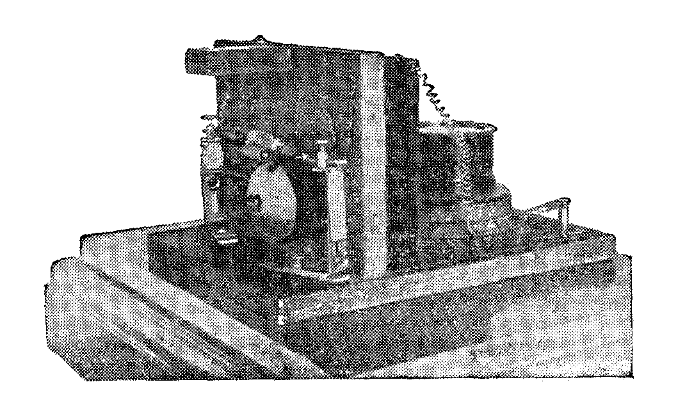
РОЖДЕНИЕ РАДИО

Здесь, в Кронштадте, наряду с преподавательской работой Александр Степанович занимался изучением природы электрической искры — миниатюрной молнии. В то время ученые уже знали, что с помощью электрической искры можно получить токи высокой частоты, создающие невидимые и не ощутимые ни одним органом чувств человека быстрые, как свет, электромагнитные волны.

Еще в середине XVIII столетия выдающийся русский ученый Михаил Васильевич Ломоносов, положивший начало ряду блестящих исследований и открытий, доказал родство световых и электрических явлений природы. Учение об электромагнитных явлениях развил английский ученый Джемс Клерк Максвелл, живший в середине прошлого столетия. Впервые электромагнитные волны получил немецкий физик Герц Генрих. Но никто до Попова не находил способов использования электромагнитных волн для практических целей.

Читая лекции об электромагнитных волнах и сопровождая их демонстрацией приборов собственного изготовления, Александр Степанович высказывал уверенность в возможности использования этих волн для сигнализации на расстоянии без проводов.

В то время русский военный флот оснащался новой техникой. Флоту нужны были новые средства связи для преодоления морских просторов. И эту потребность Александр Степанович ощущал в полной силе. Он был русским человеком, любящим свою Родину, и поэтому, не щадя своих сил, искал это новое, еще невиданное средство связи, столь необходимое родному флоту.



Первый приемник А. С. Попова.

После многолетнего упорного труда А. С. Попов изобрел прибор, способный принимать на расстоянии электромагнитные волны. Этот прибор А. С. Попов и демонстрировал 7 мая 1895 г. на историческом заседании физического отделения Русского физико-химического общества. Источником электромагнитных волн были электрические искры, создаваемые специальным разрядником, построенным также Поповым. Прием осуществлялся при помощи куска проволоки, подвешенного над землей и соединенного с прибором. Как только между шариками разрядника проскакивала электрическая искра, прибор отзывался на нее трелью звонка. Этот простой на вид прибор был первым в мире радиоприемником, а присоединенный к нему кусок провода — первой в мире антенной.

Продолжая опыты, А. С. Попов обнаружил, что на приемник действуют атмосферные разряды. Это открытие навело изобретателя на мысль о возможности использования радиоприемника для регистрации приближающихся гроз. Такой радиоприемник, построенный Поповым, получил впоследствии название грозоотметчик.

24 марта 1896 г. изобретатель радио демонстрировал русским ученым новое свое достижение — передачу и прием радиограмм с записью на ленту. У радиопередатчика находился ближайший помощник Попова П. Н. Рыбкин. Радиоприемник был установлен в аудитории, где с докладом выступал А. С. Попов. Когда докладчик умолк, в аудитории послышался стук телеграфного аппарата, соединенного с приемником. Александр Степанович принимал передаваемую Рыбкиным радиограмму. Она состояла всего лишь из двух слов: «Генрих Герц» — имени и фамилии ученого, доказавшего существование электромагнитных волн. Эта была первая в мире радиограмма.

Продолжая свои работы, А. С. Попов уделял много внимания совершенствованию антенны. Он увеличивал длину проволоки, поднимал ее с помощью небольшого воздушного шара. Дальность радиопередачи от этого росла. Весной 1897 г. Попов осуществил передачу радиосигналов с корабля на берег на расстоянии 640 *м*. Во время этих опытов была открыта возможность приема радиосигналов с помощью телефонных трубок на слух. На основании этого открытия Александр Степанович достиг в 1899 г. дальности радиосвязи до 35 *км*. Это был новый крупный успех ученого, послуживший сильным толчком к развитию радиотелеграфа в России.

ПЕРВАЯ ЛИНИЯ РАДИОСВЯЗИ

В ноябре 1899 г. броненосец «Генерал-адмирал Апраксин» во время снежного шторма сел на камни у пустынных берегов острова Гогланд в Финском заливе. От этого острова до ближайшего на материке города — Котки (Финляндия) около 44 *км*. Спасательные работы задерживались из-за трудности прокладки проводной линии связи между островом и материком. На помощь пришло радио. Попов со своим помощником Рыбкиным для обеспечения надежной двусторонней связи установили на острове и материке приемно-передающие радиостанции. Это была первая в мире линия радиосвязи, действовавшая с февраля по апрель 1900 г., пока велись спасательные работы. За это время было передано 440 радиограмм. Одна из них оказала неоценимую услугу людям.

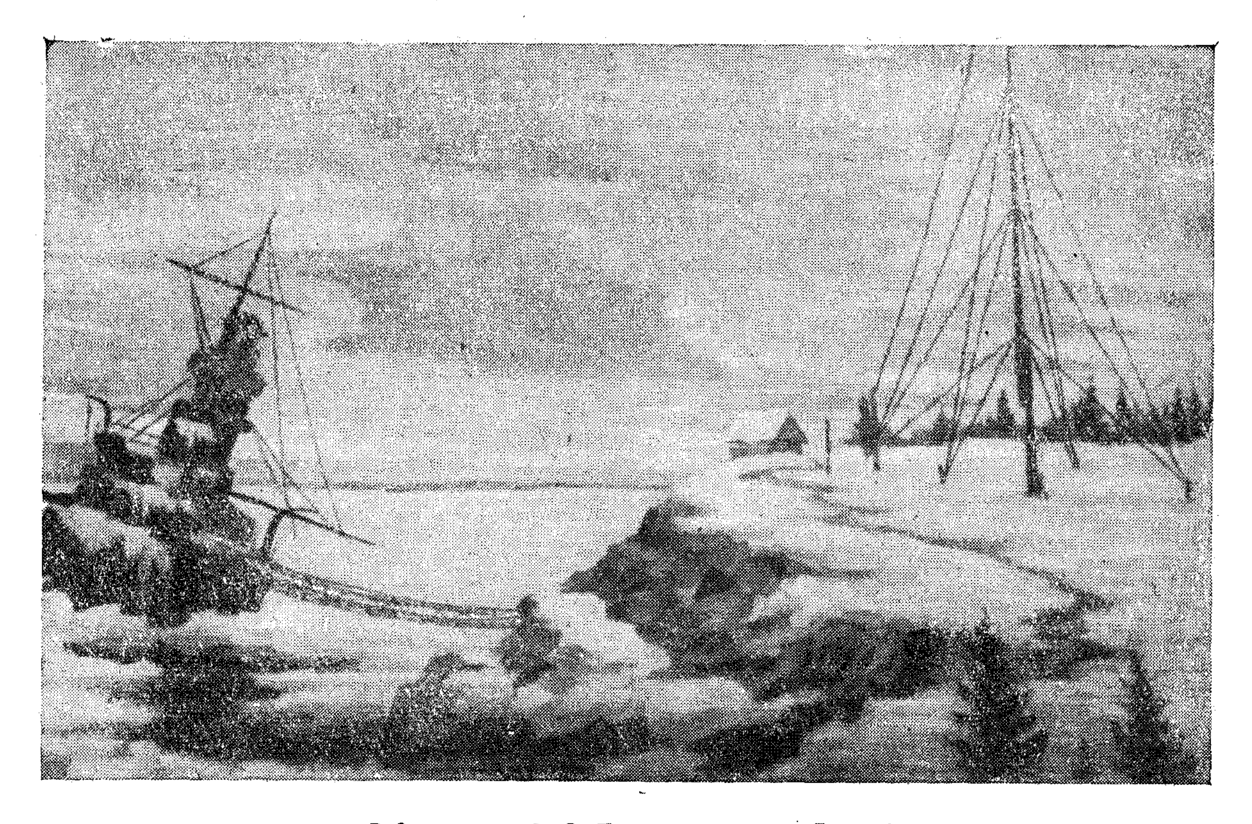
Это было 6 февраля 1900 г. В 14 *ч* 15 *мин* П. Н. Рыбкин, находившийся на острове Гогланд, принял от А. С. Попова короткую радиограмму из Котки, которая гласила: «Командиру «Ермака». Около Лавенсаари оторвало льдину с рыбаками. Окажите помощь». Ледокол «Ермак», находившийся в это время у о. Гогланд, немедленно вышел на поиски в море и снял с льдины 27 рыбаков. Люди были спасены благодаря радио.

Так начала действовать первая линия радиосвязи, так радио завоевало право на жизнь.

ИДЕЯ ВОПЛОЩЕНА В ЖИЗНЬ

Десять лет, которые А. С. Попов прожил после изобретения первого радиоприемника, он посвятил развитию техники радиосвязи, усовершенствованию и созданию новых приборов. Он разработал и успешно использовал на маневрах первые армейские радиостанции, осуществил связь воздушного шара с землей. Этим он положил начало применению радио в сухопутных войсках и воздушном флоте.

Александр Степанович сделал еще одно очень важное открытие. Летом 1897 г. во время опытов по передаче радиосигналов с транспорта «Европа» на крейсер «Африка» им было замечено, что когда между этими кораблями проходил какой-либо третий корабль, то слышимость сигналов уменьшалась или даже совсем прекращалась. В связи с этим А. С. Попов высказал мысль о возможности обнаруживать при помощи радиоприемника корабли, находящиеся на пути ра-



Радиостанция А. С. Попова на острове Гогланд

диоволн. Таким образом, он указал путь к **радиолокации**, которая служит сейчас для обнаружения и определения местонахождения предметов в воздухе, на воде, на земле.

С 1901 г. А. С. Попов стал профессором физики Петербургского электротехнического института, а затем его первым выборным директором.

Велик жизненный путь Александра Степановича, хотя и коротка была его жизнь.

Умер А. С. Попов 13 января 1906 г. от кровоизлияния в мозг в возрасте 46 лет. Он первым правильно оценил огромное практическое значение электромагнитных волн и сумел поставить их на службу человеку. Этим было положено начало новой эпохи в развитии науки и техники — эпохи радио и электроники.

Но по-настоящему его заслуги были оценены в нашей стране только после Великой Октябрьской революции. Решением Советского правительства учреждена золотая медаль имени А. С. Попова, присуждаемая за выдающиеся научные работы и изобретения в области радио, установлен День радио. Весь советский народ свято чтит память А. С. Попова — достойного сына своей родины.

ГАЗЕТА «БЕЗ БУМАГИ И БЕЗ РАССТОЯНИЙ»

В день победы Октябрьской революции, 7 ноября 1917 г., радиостанция крейсера «Аврора» передала обращение «К гражданам России!», написанное Владимиром Ильичем Лениным. Это были ясные ленинские слова, адресованные миллионам трудящихся.

На службу молодой советской власти встали радиостанции страны. Они передавали подписанные вождем революции радиограммы «Всем, всем, всем», в которых давались указания органам власти на местах, опровергались клевета и ложь буржуазии о Советской республике. Радиограммы, принятые из центра революции — Петрограда, печатались и широко распространялись во многих городах страны. Так в исторические дни Великого Октября радио стало служить народу.

Владимир Ильич с большим вниманием следил за развитием радиотехники, видел в ней огромную организующую силу. 29 июля 1918 г. им был подписан декрет Совета Народных Комиссаров о централизации радиотехнического дела в стране. В том же году по указанию Ленина в Нижнем Новгороде была создана радиолаборатория. Это был первый советский радиотехнический институт, сыгравший большую роль в развитии радиофикации и радиовещания в нашей стране.

В дальнейшем Нижегородской радиолаборатории было присвоено имя В. И. Ленина, она дважды награждена орденом Трудового Красного Знамени.

Нижегородской радиолабораторией руководил крупнейший изобретатель в области радио, создатель первых мощных радиовещательных станций Михаил Александрович Бонч-Бруевич. Здесь было налажено производство радиоламп, а осенью 1920 г. закончена постройка первой радиотелефонной станции, передающей по радио живую человеческую речь на большие расстояния.

Когда Владимир Ильич Ленин узнал об этих работах, он написал в теплом дружеском письме профессору М. А. Бонч-Бруевичу: «Газета «без бумаги и без расстояний», которую Вы создаете, будет великим делом».

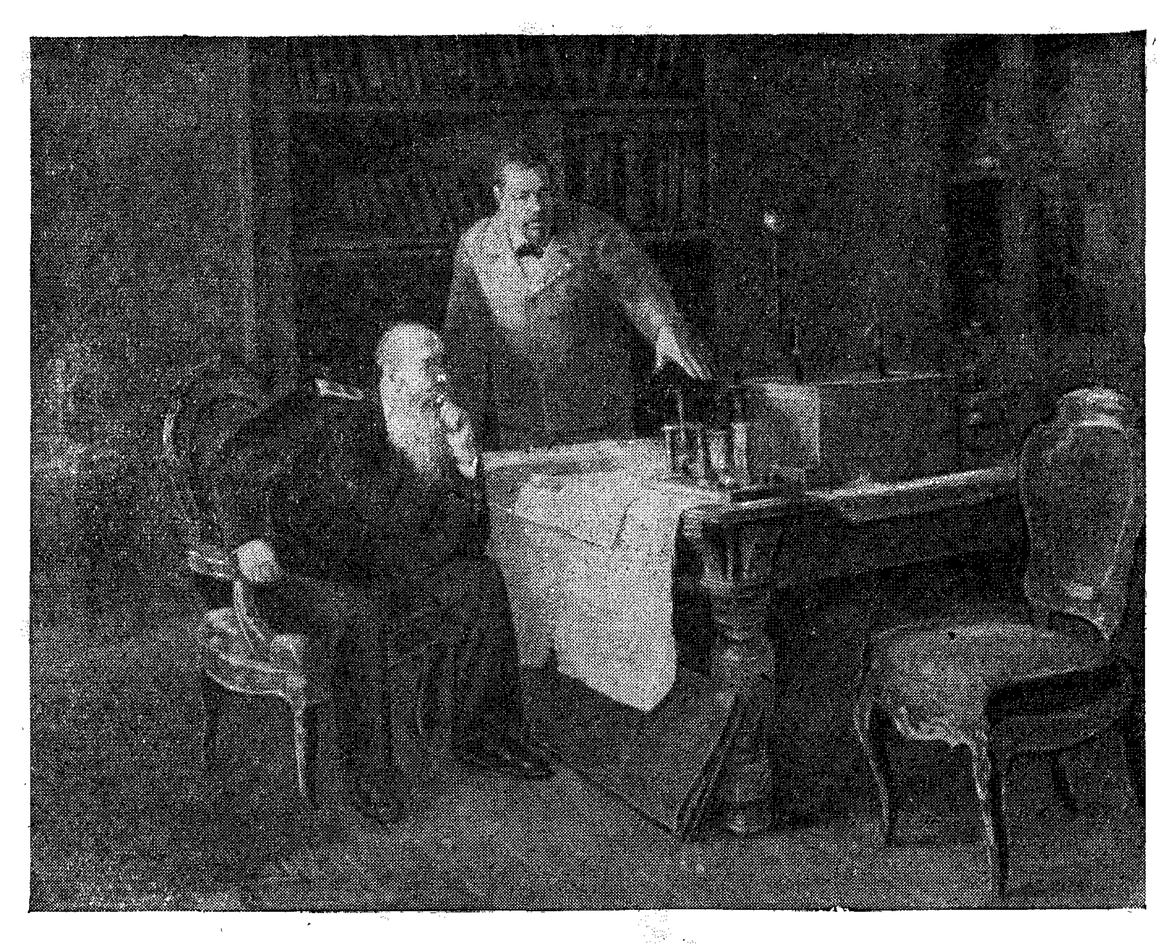
В марте 1920 г. за подписью Ленина было принято постановление Совета Труда и Обороны о постройке Центральной радиотелефонной станции в Москве радиусом действия 2 000 верст. Несколько позднее В. И. Ленин в записке, адресованной в Совиарком, писал: «...Вся Россия будет слушать газету, читаемую в Москве».

21 августа 1922 г. в Москве начала работать построенная Нижегородской радиолабораторией по тому времени самая мощная в мире радиотелефонная станция, а месяц спустя через нее был передан первый большой концерт.

В июне 1924 г. Совет Народных Комиссаров Союза ССР издал постановление, разрешающее установку радиоприемников всем гражданам и организациям. Начался массовый выпуск радиоприемников, радиодеталей и литературы по радиотехнике.

Так зародилось советское радиовещание. Оно полностью воплотило в себе идеи Ленина о создании «газеты без бумаги и без расстояний». Сейчас наша страна покрылась густой сетью радиовещательных станций, радиоузлов и радиоприемников. И нет в ней такого уголка, куда не доходили бы волны радио, где не слушали бы «газету, читаемую в Москве».

Столица нашей Родины Москва стала крупнейшим в мире центром радиовещания. Советские радиостанции ежедневно ведут передачи более чем на 70 языках народов нашего многонационального государства и народов других стран, неся по всему миру слова правды, дружбы и мира на земле. Наше радиовещание стало тем митингом с миллионной аудиторией, о которой мечтал великий Ленин.



А. С. Попов демонстрирует адмиралу С. О. Макарову первую в мире радиоустановку.
(С картины художника И. Сорокина)

РАДИО СЕГОДНЯ

Радио прочно вошло в культуру и быт советских людей. Радиоприемник или радиоточка стали предметами первой необходимости. Где бы мы ни находились: на пароходе, в поезде или в самолете, на фабрике или заводе, в полевом колхозном стане или в научной экспедиции — всюду мы встретим радиоприемник.

Радио является незаменимым, а в ряде случаев единственным средством связи. Средствами радиосвязи оснащены наша армия, авиация и флот. В дни Великой Отечественной войны радиосвязь обеспечивала Советской Армии слаженные наступательные действия всех родов войск, постоянную связь с партизанскими отрядами.

Днем и ночью, в будни и праздники, в любое время суток ведется радиосвязь между городами Советского Союза, с различными пунктами Советской Арктики, со всеми кораблями, находящимися в плавании, с самолетами, совершающими большие и малые перелеты. Советская научная экспедиция, находящаяся в суровой Антарктиде, чувствует себя как на родной земле, потому что установлена регулярная радиосвязь Мирного и других антарктических станций с Москвой.

С помощью тысяч радиостанций «Урожай» обеспечивается оперативное руководство полевыми работами.

В широких масштабах применяется радиосвязь машинистов товарных и пассажирских поездов с диспетчерами железнодорожных станций, в шахтах, на стройках в пожарных частях...

Но радиовещание и радиосвязь — это далеко не единственные области применения радиотехники. Радио сегодня — это и телевидение, и радиолокация, и радионавигация, и радиоастрономия, и многие другие области применения радиотехники и электроники.



Радиостанция помогает оперативно руководить полевыми работами.

Телевизионные центры работают во многих городах страны. Они «доставляют на дом» телезрителям концерты, оперы, кинокартины, спортивные состязания.

Радиолокация в грозные годы войны помогала нашим морякам, летчикам, артиллеристам своевременно обнаруживать самолеты и корабли противника и наносить им сокрушающие удары. Сейчас она обеспечивает безопасность вождения самолетов и судов в любую погоду, в любое время дня и ночи.

Радиоастрономия позволяет нашим ученым изучать вселенную, строение Солнца и звезд, открывать новые небесные тела.

Геологи используют радиотехнические приборы для разведки земных недр, что позволяет избегать излишнего бурения, требующего значительного времени и затрат.

Радиоприборы широко применяются в медицине для лечения тяжелых заболеваний, для наблюдения за деятельностью сердца и других органов человека. Радиотехническими аппаратами убивают вредные бактерии, стерилизуют пищевые продукты.

В промышленности широко применяют закалку и плавку металлов с помощью токов высокой частоты, что имеет очень важное значение для современного машиностроения. Токи высокой частоты широко используются для скоростной сушки древесины, зерна и для многих других целей.

С помощью разработанных в СССР радиозондов — легких автоматически действующих радиопередатчиков, поднимаемых на воздушных шарах, метеорологи наблюдают за состоянием атмосферы на больших высотах.

Радиотехника дает возможность автоматизировать процессы производства, управлять механизмами на расстоянии, делать точнейшие измерения, вести сложнейшие наблюдения, производить высококачественную запись звука, создавать музыкальные инструменты совершенно нового типа.

Замечательным событием в истории развития радиотехники является появление совершенно новых вычислительных машин. Созданная в Советском Союзе быстродействующая электронная машина БЭСМ совершает в среднем семь-восемь тысяч математических вычислений в секунду. Чтобы представить себе значение этой машины, достаточно сказать, что за несколько часов она выполняет столько расчетов, сколько опытный вычислитель не сможет сделать за всю жизнь.

Недавно мы были свидетелями нового выдающегося события в науке и технике: советские ученые первыми запустили искусственные спутники Земли. Установленные на маленьких искусственных лунах радиоприборы дали возможность ученым изучать верхние слои атмосферы, излучения Солнца, наблюдать за состоянием здоровья первого астронавта — собачки «Лайки».

Так начался штурм космоса. Ракета, запущенная советскими учеными 2 января 1959 г. в сторону Луны, сделалась новой планетой нашей солнечной системы. Она оснащена радиотехнической аппаратурой, с помощью которой передавались на землю сигналы из межпланетного пространства.

Так была осуществлена самая далекая радиопередача.

Таков далеко не полный перечень примеров применения современной радиотехники, основоположником которой был наш соотечественник Александр Степанович Попов.

Сегодня уже невозможно назвать такую область науки, техники, народного хозяйства и культуры, где в той или иной мере не использовалась радиотехника.

Беседа вторая

РАДИОЛЮБИТЕЛЬСТВО

Радиолюбительство — интереснейшее занятие, увлекающее малых и старых, рабочих и инженеров, врачей и ученых. Покойный академик С. И. Вавилов так говорил о нашем радиолюбительском движении:

«Ни в одной области человеческих знаний не было такой массовой общественно-технической самодеятельности, охватывающей людей самых различных возрастов и профессий, как в радиотехнике. Радиолюбительство — это могучее движение, которое привело к участию в радиоэкспериментах тысячи энтузиастов, посвящающих свой досуг технике.

Наше советское радиолюбительство имеет еще особую отличительную черту: оно носило и носит в себе идею служения своей Родине, ее техническому процветанию и культурному развитию».

Радиолюбители никогда не останавливаются на достигнутом, всегда экспериментируют, ищут новое. Они активно участвуют в радиофикации страны, внедряют радиотехнические устройства в различные отрасли народного хозяйства, создают новые оригинальные конструкции, помогают развитию радиосвязи и телевидения, звукозаписи.

Тебе, юный читатель, радиолюбительство принесет очень большую пользу. Оно поможет закрепить на практике знания основ наук, получаемые тобой в школе, расширит и углубит эти знания, научит читать схемы и чертежи, научит пилить, строгать, паять, пользоваться измерительными приборами, конструировать. Все это пригодится в жизни и поможет найти твое место в будущей трудовой деятельности.

ИЗ ИСТОРИИ РАДИОЛЮБИТЕЛЬСТВА

Отдельные радиолюбители были и в старой, дореволюционной России. Но подлинно массовое радиолюбительство в нашей стране стало быстро развиваться только при советской власти.

Колыбелью советского радиолюбительства была Нижегородская радиолаборатория. Работники радиолаборатории вели пропаганду радиотехнических знаний и помогали развитию радиолюбительства. Здесь выпускалась первая массовая радиобиблиотека, строились первые любительские радиоприемники, давались консультации для радиолюбителей.

Особое оживление в радиолюбительском мире началось в 1924 г., когда начались регулярные радиопередачи из Москвы и вышло постановление Советского правительства о «свободе эфира». Отзываясь на это движение, Нижегородская радиолаборатория организовала общество радиолюбителей, выпустила первую серию популярных брошюр, рассказывающих об электричестве и радио, о том, как сделать радиоприемник.

15 августа 1924 г. вышел первый номер массового научно-технического журнала «Радиолюбитель».

Этот журнал, выходящий теперь под названием «Радио», сыграл огромную роль в распространении среди населения радиотехнических знаний, в развитии радиолюбительского движения. Уже к началу 1925 г. насчитывались тысячи радиоприемников, изготовленных и установленных в городах и селах радиолюбителями, появились первые любительские радиостанции.

1 марта 1926 г. открылся Всесоюзный съезд общества «Друзей радио». К этому времени в городах и деревнях насчитывалось уже несколько сотен тысяч радиолюбителей, объединенных в кружки.

По мере развития отечественной радиотехники росло и крепло радиолюбительство. Все новое быстро усваивалось тысячами радиолюбителей. В свою очередь и радиолюбители вносили в технику радио новое, рожденное экспериментами. Сейчас радиолюбители успешно занимаются приемной и передающей техникой, телевидением и звукозаписью, измерительной аппаратурой, вносят свой вклад во многие другие области радиотехники.

Большой вклад внесли радиолюбители в дело радиофикации страны. Сотни тысяч изготовленных ими радиоприемников и радиоузлов работают в различных уголках нашей любимой Родины. Тысячи радиоспециалистов, вышедших из радиолюбителей, работают на радиостанциях, обслуживают станции радиотрансляционных узлов, работают в радиотехнических научно-исследовательских институтах, на радиозаводах.

Советское правительство и наша Коммунистическая партия уделяют радиолюбителям постоянное внимание: созданы радиоклубы, выпускаются книги, журналы, детали, проводятся соревнования, выставки творчества радиолюбителей-конструкторов. Возглавляет радиолюбительское движение ДОСААФ — Добровольное общество содействия армии, авиации и флоту.

ЮНЫЕ РАДИОЛЮБИТЕЛИ

Юные радиолюбители — это наиболее многочисленный отряд юных техников, таких же пионеров и школьников, как и ты. Многие сегодняшние квалифицированные связисты Советской Армии, радиотехники и конструкторы начали свое знакомство с радиотехникой, будучи еще за школьной партой.

Сейчас во многих школах, домах и дворцах пионеров, детских клубах и пионерских лагерях работают радиоузлы, изготовленные руками юных техников. Школьные кружки деятельно участвуют в оснащении физических кабинетов, создают оригинальные учебные приборы, сооружают ветро- и гидроэлектростанции. В ряде школ работают коллективные радиостанции, также построенные руками юных радиолюбителей.

Юные радиолюбители являются активными помощниками местных советских, партийных и общественных организаций в деле радиофикации сел, городов. Взять к примеру юных радиолюбителей Славковской семилетней школы Полтавской области.

Славки — большое село. Если окинуть его взглядом с высоты школы, всюду увидишь антенны. Где антенны, там приемники. Все это — дела юных радиолюбителей.

Еще осенью 1949 г. в этой школе по инициативе пионерской дружины был организован радиокружок. Желающих заниматься в кружке оказалось более двадцати ребят — почти четверть всех учащихся. В школе было немного проволоки, пара телефонных трубок да кое-какие инструменты. Решили для начала сделать коллективно хотя бы один приемник, используя в нем возможно больше самодельных деталей. К концу учебного года возле школы ребята установили антенну. Заработал первый детекторный приемник.

Прошли летние каникулы, начался новый учебный год. К этому времени Полтавская областная станция юных техников и радиоклуб ДОСААФ прислали кружку кое-какую радиоаппаратуру, проволоку, плакаты, брошюры, помогли приобрести телефонные трубки. Теперь уже деталей и материалов было достаточно, чтобы каждый юный техник мог смастерить для своего дома детекторный приемник.

По селу разнесся слух, что школьники делают не требующие больших затрат приемники. От колхозников в школу посыпались заявки: просим сделать приемник. Пришлось создать специальные бригады, чтобы выполнять заказы односельчан. К весне 1952 г. во многих домах Славков и соседних сел и



Кружок юных радиолюбителей Славковской семилетней школы.

хуторов заговорили не только детекторные, но и ламповые радиоприемники.

За активную работу по радиофикации кружок юных радиолюбителей Славковской школы занесен в Книгу почета пионерской организации имени В. И. Ленина. Он получил множество благодарностей от колхозников и колхозов, награжден грамотами районных, областных, республиканских и всесоюзных комсомольских и общественных организаций, участвовал на ВСХВ, а на Всесоюзной выставке технического творчества пионеров и школьников удостоен первой премии.



На занятиях кружка юных радиолюбителей в пионерском лагере.

Кружки юных радиолюбителей многих домов пионеров, станций юных техников и школ успешно занимаются освоением техники связи на ультракоротких волнах. Так, например, с 1951 г. работает радиостанция, построенная кружком 59-й Московской школы имени Н. В. Гоголя. Перед первыми Всесоюзными соревнованиями школьных УКВ радиостанций, проводившимися в январе 1957 г., радиолюбители этой школы помогли построить и наладить радиостанции кружкам ультракоротковолновиков нескольких московских школ.

Работать на радиостанции — очень увлекательное дело. Может быть, и ты тоже скоро будешь испытывать свою радиостанцию.

Быть радиолюбителем и идти в ногу с развитием радиотехники, участвовать своим трудом в деле радиофикации страны, школы, создавать для физических кабинетов учебные радиотехнические приборы — увлекательное и почетное дело.

С ЧЕГО НАЧАТЬ

Прочитав первые страницы этой книги, у тебя, вероятно, возник вопрос: с чего же начинать, чтобы стать радиолюбителем? Начинать нужно с постройки простых радиоприемников и изучения с их помощью техники радиовещания.

На постройке таких радиоприемников легче всего приобрести опыт, необходимый для дальнейшего, более глубокого изучения радиотехники.

Построить сложный приемник без первоначальных знаний и опыта может быть и удастся, и работать он, возможно, кое-как будет, но при первой же неполадке ты не найдешь правильного выхода из создавшегося затруднения. Поэтому не забегай вперед. Переходи к более сложному после того, как будет усвоено простое. Только при этом условии знания будут прочными, только при этом условии можно добиться хороших успехов.

Радиовещание некоторым кажется не таким увлекательным и заманчивым делом, как другие области радиотехники. Это потому, что мы к радиовещанию привыкли, оно вошло в наш быт так же прочно, как книга, электрическая лампочка, швейная машинка, часы, велосипед. Однако разве не заманчиво, находясь за сотни и тысячи километров от Москвы, слушать то, что происходит на Красной площади в праздничные дни? Разве не привлекательно, вращая ручку радиоприемника, переноситься из города в город? Разве не достойно восхищения — находясь в деревне, в лагере или в походе, слушать оперу из Московского академического Большого театра? А разве не замечательно установить радиоприемник у себя дома, дать возможность своим родным и товарищам проводить культурно отдых? Все это очень и очень увлекательно.

Изучать радиотехнику, как и любой другой вид техники, лучше всего в кружке или

в группе, состоящей хотя бы из нескольких человек, даже если нет опытного руководителя. Русская мудрость говорит: одна голова хорошо, а две лучше. Так и в кружке. Если чего-нибудь не поймет один, ему всегда помогут товарищи. Да и с инструментами и материалами в кружке легче: у одного есть молоток и пила, у второго — плоскогубцы и кусачки; у третьего — дрель и паяльник, у четвертого — кое-какие детали. Собрав все это вместе, работать будет легче.

Наиболее удобное место для работы кружка — физический кабинет или мастерская школы. Там найдутся рабочие столы, необходимые на первое время инструменты, приборы, а может быть и детали. На помощь придет учитель физики, пионерский вожатый, помогут комсомольцы шефствующих предприятий.

Но радиолюбительством можно заниматься и одному, если оборудовать рабочий уголок дома. Здесь твоим первым советчиком будет эта книга. Однако сделаем оговорку: эта книга содержит только элементарные сведения по радиотехнике, является как бы введением в радиотехнику. Поэтому ограничиваться только ею нельзя. Нужно читать и другие радиотехнические брошюры, книги и журналы.

Если встретятся трудности, не пугайся, а преодолевай их. Не удается добиться чего-либо самостоятельно, обратись за помощью к учителю физики, радиоспециалисту, опытному радиолюбителю, в Дом пионеров или на станцию юных техников.

Радиотехника берет свое начало от электротехники, а электротехника является разделом физики. Поэтому советуем тебе покрепче сдружиться с учебником «Курс физики» и почаще искать в нем нужные сведения. Эта дружба благоприятно скажется и на занятиях радиолюбительством и на учебе.

Беседа третья

О КОЛЕБАНИЯХ, ВОЛНАХ И ЗВУКЕ

Чтобы ясно себе представить, как происходят радиопередача и радиоприем, надо прежде всего поговорить о том, как и почему мы слышим звук.

КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

Вокруг нас постоянно происходят колебательные движения различных тел. Колеблется ветка, с которой слетела птица. Колеблются маятники часов, качели, пружина. От толчков на неровностях пути колеблются вагоны поездов, автомобили, трамваи, троллейбусы. Под действием ветра колеблются деревья, провода, подвешенные на столбах, колеблется вода в озерах и морях.

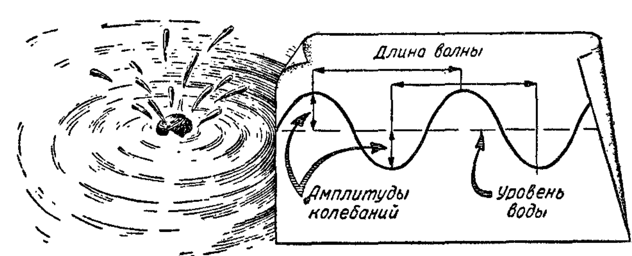


Рис. 1. При ударе камня о поверхность воды на ней возникают волны.

Как возникают волны на воде? Вот ты бросил на гладкую поверхность озера камень, и от него побежали волны (рис. 1).

Почему это произошло? Частицы воды в месте удара камня по воде вдавились, вытеснив вверх соседние частицы, — на поверхности воды вокруг этого места образовался кольцеобразный горб. Затем в месте падения камня частицы воды поднялись вверх, но уже выше ее уровня, рядом с первым горбом появился другой. Далее частицы воды продолжают перемещаться попеременно вверх и вниз — колебаться, увлекая за собой все больше и больше соседних частиц воды. Образуются волны, расходящиеся от места своего возникновения концентрическими кругами.

Заметь, что частицы воды только колеблются возле среднего уровня воды, но не движутся вместе с волнами. В этом нетрудно убедиться, бросив на колеблющуюся поверхность воды щепку. Если не будет ветра или течения воды, щепка будет лишь опускаться

и подниматься на волнах, не перемещаясь по ходу движения волн.

Волны на воде могут быть большими — сильными или маленькими — слабыми. Сильными волнами мы называем такие волны, которые имеют высокие горбы — большой размах колебаний, как говорят, большую амплитуду колебаний. Слабые волны имеют малые горбы — небольшую амплитуду. Чем больше вес камня и чем с большей высоты ты его бросил, тем большей он обладает энергией, тем больше амплитуда возникших волн, тем большую энергию они понесут в себе. Встречая на своем пути препятствие, волны отдают ему часть своей энергии.

Энергия волн, возникших от брошенного камня, относительно невелика, однако она может заставить колебаться камыш и траву, растущие в воде. Но мы знаем, какие большие разрушения берега могут производить морские волны, обладающие большой амплитудой и, следовательно, большой энергией. Эти разрушения осуществляются именно той энергией, которую волны непрерывно отдают берегу.

Водяные волны могут быть частыми и редкими. Чем меньше расстояние между гребнями бегущих волн, тем короче будет каждая, взятая в отдельности волна. Чем больше расстояния между волнами, тем длиннее будет каждая волна. Длиной волны на воде мы называем расстояние между двумя соседними бегущими гребнями или впадинами. По мере удаления волн от места возникновения их амплитуды постепенно уменьшаются, затухают, но длина волн остается неизменной.

А как возникают колебания маятника, качелей? Это ты хорошо знаешь: надо лишь подтолкнуть их, вот они и будут колебаться из стороны в сторону. Чем сильнее толчок, тем больше амплитуды колебаний. Они будут затухающими, если их не поддерживать дополнительными толчками.

Эти и многие другие механические колебания окружающих нас тел мы видим.

ЗВУК

Еще больше в природе невидимых колебаний. Некоторые из них мы слышим, ощущаем как звук. Не всегда, например, можно заметить колебания струны музыкального инструмента, но мы слышим, как она звучит. При порывах ветра в трубе возникает звук. Его создают колебательные движения воздуха в трубе, которые мы не видим. Звучит камертон, стакан, ложка, тарелка — они тоже колеблются.

Мы живем в мире звуков, потому что многие окружающие нас тела колеблются и звучат. Сами же звуки — это распространяющиеся в воздухе колебательные движения его частиц. Их мы не видим. Эти колебания называют звуковыми волнами.

Как возникают звуковые волны в воздухе?

Воздух состоит из чрезвычайно мелких, невидимых глазом частиц. При ветре они могут переноситься на большие расстояния. Но они могут и колебаться. Например, если в воздухе сделать резкое движение палкой, то мы почувствуем легкий порыв ветра и одновременно услышим слабый звук. Звук этот — колебания частиц воздуха, созданные незаметными для глаза колебаниями палки.

Проведи такой опыт. Оттяни струну, например гитары, а потом опусти ее. Струна начнет дрожать — колебаться около своего первоначального положения покоя. Достаточно сильные колебания струны заметны на глаз. Слабые колебания струны можно только «почувствовать» как легкое щекотание, если прикоснуться к ней пальцем. Пока струна колеблется, мы слышим звук. Когда струна перестанет колебаться, звук прекратится.

Посмотри на рис. 2. На нем художник показал различные положения звучащей струны и изобразил в виде точек окружающие ее частички воздуха. До того момента, когда мы оттянули струну (рис. 2,*а*), частицы воздуха были равномерно распределены в пространстве. Но вот мы отпустили струну (рис. 2,*б*). Перемещаясь вправо, она теснит в этом направлении перед собой близлежащие частицы, создавая при этом сгущение воздуха, т. е. увеличенное давление воздуха в некотором объеме. При этом она одновременно создает сзади себя разрежение воздуха, т. е. область уменьшенного давления.

В следующий момент, когда струна движется в обратном направлении (рис. 2,*в*), область «сгущения» частиц воздуха образуется слева от нее, а область «разрежения» — справа. Когда струна вновь перемещается вправо (рис. 2,*г*), она создает новые области «сгущения» и «разрежения» воздуха.

Таким образом, при колебании струны в воздухе возникают удаляющиеся от нее области повышенного и пониженного давления. Это и есть звуковые волны. Эти волны, так же как и водяные, изображают на рисунках и чертежах волнистой линией, носящей название синусоиды. Такая кривая показана на рис. 2 *в*, *г* и *д* пунктиром. Ее «горбы» со-

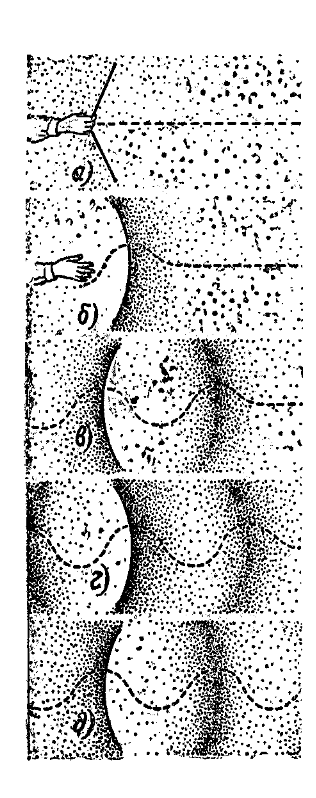


Рис. 2. Когда колеблется струна, в воздухе возникают звуковые волны.

ответствуют областям повышенного давления, а «впадины» — областям пониженного давления воздуха. Одна область повышенного давления и следующая за ней область разрежения образуют одну звуковую волну.

Звуковые волны распространяются в воздухе со скоростью около 340 *м* в секунду и несут в себе некоторый запас энергии. В тот момент, когда до уха доходит та область звуковой волны, в которой воздух сгущен, она давит на барабанную перепонку, несколько прогибая ее внутрь. Когда же до уха доходит разреженная область звуковой волны, то барабанная перепонка выгибается несколько наружу. А так как в звуковых волнах сгущения и разрежения следуют друг за другом, то и барабанная перепонка то прогибается внутрь, то выгибается наружу, т. е. колеблется в такт с приходящими сгущениями и разрежениями воздуха. Колебания барабанной перепонки передаются по слуховому нерву в мозг, и мы воспринимаем их как звук. Чем больше амплитуда колебаний струны и чем ближе мы к ней находимся, тем больше энергия звуковых волн, тем громче воспринимаемый нами звук.

ПЕРИОД И ЧАСТОТА КОЛЕБАНИЙ

Время, за которое струна, ножка камертона, маятник часов или другое тело перемещается из одного крайнего положения в другое крайнее положение и снова возвращается в первое крайнее положение, т. е. совершает одно полное колебание, называют периодом. Если, например, маятник часов-ходиков делает за секунду два колебания, период каждого колебания равен 0,5 *сек*. Период колебаний больших качелей — около 2 *сек*, а период колебаний струны может быть от десятых до десятитысячных долей секунды. За время одного периода звучащее тело образует одну звуковую волну.

Другой важной величиной, характеризующей любое колебание, является частота (от слова часто) — число, показывающее, сколько полных колебаний в секунду совершает тело или сколько звуковых волн оно создаст за это время.

Для измерения частоты колебаний или волн принята единица, носящая название герц (сокращенно пишут *гц*). 1 *гц* — это одно колебание в секунду. Если, например, струна совершает 440 колебаний в секунду (при этом она дает тон «ля» третьей октавы), говорят, что ее частота колебаний 440 *гц*. Кроме того, существует более крупная единица частоты—килогерц (пишут *кгц*), равная 1 000 *гц*.

Волну на воде мы видим и при известной ловкости можем измерить ее длину. А как измерить длину невидимой звуковой волны? Определить длину звуковой волны можно арифметическим способом, если известна частота колебаний звучащего тела. Для этого надо скорость распространения звука в воздухе разделить на частоту колебаний. Допустим, что струна колеблется с частотой 340 *гц*. За секунду она создает в воздухе 340 волн. При этом волна, возникшая в начале той или иной секунды, к концу этой секунды распространится на расстояние 340 *м*. Следовательно, на этом расстоянии «уложится» 340 волн и длина каждой из них будет равна 340 *м* : 340 = 1 *м*.

Тон или высота звука определяется частотой колебаний звучащего тела. Чем больше эта частота, тем выше тон звука, и наоборот, чем меньше частота, тем ниже тон звука (рис. 3).

Наше ухо способно слышать звуковые колебания с частотами примерно от 20 *гц* (звук очень низкого тона, например, жужжание жука) до 20 *кгц*. Более медленные звуковые колебания (до 20 *гц*) называют инфразвуковыми, а более частые (выше 20 *кгц*) —

ультразвуковыми. Мы их не слышим. А если бы наше ухо было способно воспринимать ультразвуковые колебания, мы могли бы услышать звучание пестиков цветов, крылышек бабочек.

Не путай силу звука с высотой звука. Высота звука зависит не от амплитуды, а от частоты колебаний. Толстая и длинная струна колеблется медленнее и создает более низкий звук, чем тонкая и короткая струна, создающая высокий звук.

Звуковые волны, как и водяные, по мере удаления их от места возникновения затухают, энергия их уменьшается. Поэтому разговорную речь мы можем слышать всего на десятки метров, более сильные звуки духового оркестра на сотни метров, а пронзительный гудок паровоза на несколько километров. На большем расстоянии звуковые волны становятся настолько слабыми, что наше ухо уже неспособно воспринимать их.

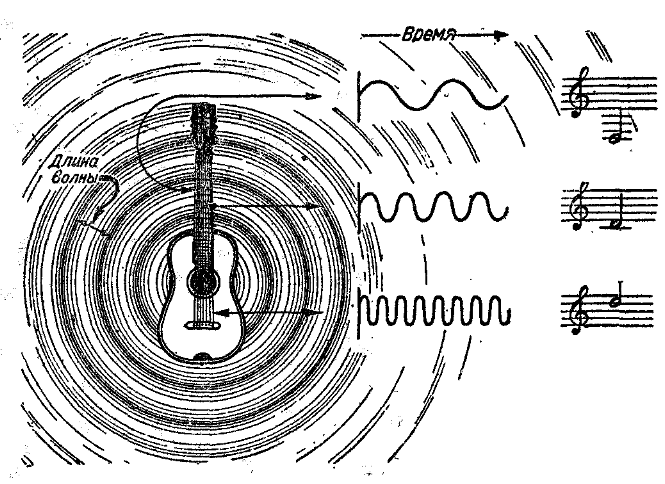


Рис. 3. Чем больше частота колебаний струны, тем короче звуковые волны и выше тон звука.

Для разговоров на больших расстояниях пользуются телефоном. Передача звука при этом осуществляется с помощью электрического тока, идущего по проводам, соединяющим телефонные аппараты двух собеседников.

Беседа четвертая

ОБ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ТОКЕ

Электрический ток дает нам свет, приводит в движение трамваи, троллейбусы, поезда, станки на заводах и фабриках, сельскохозяйственные машины. На использовании электрического тока основаны действие телефона, телеграфа, радиопередача и радиоприем.

К электрической лампочке, электроплитке, к электродвигателю — к любому электрическому устройству или прибору всегда подходят провода. Они подвешены на столбах, проложены под землей, по стенам и потолкам домов. И если тебя спросить, зачем нужны эти провода, ты, конечно, сразу же ответишь, что они служат для передачи тока. А если ты наблюдательный, то сможешь даже показать, по каким проводам идет ток для освещения, какие провода являются телефонными или телеграфными, скажешь, какие провода медные, железные, алюминиевые. Электрические провода обязательно должны быть металлическими, потому что по веревке или по нитке ток идти не может.

Но что же такое электрический ток?

ЭЛЕКТРОНЫ

Наука говорит, что электрический ток — это движение крошечных, невидимых даже под сильнейшим микроскопом частичек материи, называемых **электронами**.

Чтобы лучше понять природу электрического тока, нам придется мысленно проникнуть внутрь материи.

Материя есть то, из чего состоят все существующие в природе предметы, тела: твердые, жидкие, газообразные. Все они образуются из **атомов**. Атомы чрезвычайно малы. Единица длины миллиметр совершенно не пригодна для измерения их размеров, она слишком велика для этой цели. Не годятся для таких измерений ни тысячная доля миллиметра — микрон, ни миллимикрон, который еще в тысячу раз меньше микрона. Здесь подходит только ангстрем, составляющий десятую долю миллимикрона. Размер атомов различных веществ бывает от 1 до 4 ангстрем. Другими словами, на длине 1 *см* укладывается от 25 до 100 миллионов атомов.

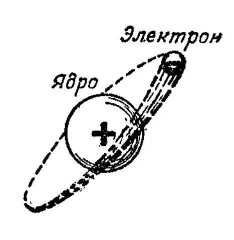


Рис. 4. В атоме водорода один электрон.

Некогда предполагали, что атом является мельчайшей неделимой частицей вещества. Слово «атом» и означает «неделимый». Но впоследствии ученые узнали, что и атом состоит из более мелких частиц. В центре всякого атома находится ядро, размеры которого в десятки тысяч раз меньше размеров самого атома. А потом оказалось, что и ядро состоит из еще более мелких частиц, которые были названы протонами и нейтронами.

Теперь ученые научились разрушать или, как говорят, расщеплять ядра атомов и получать скрытую в них энергию — атомную. На атомных электростанциях эта энергия превращается в энергию электрического тока. Спущен на воду ледокол «Ленин», который будет двигаться с помощью атомной энергии.

Вокруг атомного ядра движутся электроны — частицы, имеющие еще меньшие размеры, чем ядро. Электроны образуют оболочку атома.

Мы назвали электроны «частицами». Однако это название не следует понимать в том смысле, что электрон представляет собой некий комочек или шарик. По современным научным представлениям электрон можно уподобить облаку, окружающему атомное ядро и вращающемуся вокруг него. Электроны как бы «размазаны» по оболочке атома. Однако для наглядности объяснения некоторых физических явлений часто электроны условно, символически изображают на рисунках в виде шариков, обращающихся вокруг атомного ядра подобно искусственным спутникам вокруг Земли. Такого изображения электронов будем придерживаться и мы.

Число электронов в атоме каждого химического элемента строго определенно, но для различных химических элементов оно различно. Самое простое устройство имеет атом газа водорода — его оболочка содержит всего один электрон (рис. 4). Оболочка атома гелия имеет два электрона (гелий — это газ, которым наполняют газосветные трубки, из которых изготовляются светящиеся вывески и рекламные надписи на крышах домов; такие надписи светятся красным светом).

Атомы других химических элементов содержат больше электронов, причем их электронные оболочки многослойные. Так, например, атом кислорода имеет 8 электронов, расположенных в двух слоях: во внутреннем, ближнем к ядру слое движутся 2 электрона, а во внешнем — 6 электронов. У каждого атома железа по 26 электронов, а у каждого атома меди по 29 электронов. И у того и у другого электронные оболочки четырехслойные: в первом слое — 2 электрона, во втором и третьем—по 8 электронов, а во внешнем, четвертом слое — остальные электроны.

Электроны, находящиеся во внешнем слое оболочки атома, называются валентными электронами. Запомни это название, так как в дальнейших беседах мы еще не раз будем говорить о валентных электронах, особенно когда будем рассказывать о полупроводниковых приборах.

О числе электронов в атомах различных веществ ты можешь узнать из таблицы химических элементов, составленной великим русским ученым Дмитрием Ивановичем Менделеевым. Эта таблица имеется в химическом и физическом кабинетах школы.

Каждый протон, входящий в атомное ядро, имеет положительный электрический заряд, а каждый электрон — отрицательный заряд такой же величины. Положительный заряд обозначают знаком «+» (плюс), а отрицательный — знаком «—» (минус). Одноименные электрические заряды (подобно одноименным полюсам магнитов) отталкиваются, а разноименные притягиваются. Поскольку электроны имеют заряд, противоположный по знаку заряду протонов атомного ядра, то между ними в атоме все время действуют электрические силы, стремящиеся удержать электроны около ядра.

Число электронов в атомной оболочке равно числу протонов в ядре атома, и поэтому суммарный отрицательный заряд всех его электронов равен суммарному положительному заряду всех протонов, содержащихся в атомном ядре. Поэтому атом внешне не проявляет каких-либо электрических свойств. Говорят, что такой атом электрически нейтрален. Это явление можно сравнить с таким явлением: если на две чашки весов положить по одинаковому числу копеечных монет, весы будут в равновесии.

Валентные электроны, т. е. электроны, находящиеся во внешней, самой отдаленной от ядра оболочке, удерживаются ядром слабее, чем более близкие к нему. При различных внешних воздействиях, например при нагревании или действии света на некоторые из веществ, валентные электроны могут покидать свои атомы и даже пределы тела, в которые они входили. Оторвавшиеся от атомов электроны называют свободными.

А что же происходит с атомом, от кото-

рого «оторвался» один или несколько электронов? Его внутреннее «электрическое равновесие» нарушается — в нем будет преобладать положительный заряд ядра и атом в целом окажется заряженным положительно. Такой атом называют положительным ионом. Он будет стремиться притянуть к себе оказавшиеся поблизости свободные электроны или электроны соседних атомов, чтобы восполнить потерю и снова стать электрически нейтральным.

Если же во внешнем слое электронной оболочки атома появится лишний электрон, то атом в целом будет проявлять свойства отрицательного заряда. Это будет отрицательный ион. Он стремится при первой возможности вытолкнуть лишний электрон за свои пределы, чтобы вновь сделаться нейтральным.

Одинаковые атомы или атомы различных химических элементов, соединяясь между собой, образуют молекулы. Так, например, газ водород обычно состоит из молекул, в каждую из которых входит по два водородных атома. При этом электронные оболочки обоих атомов как бы сливаются (рис. 5). В такой молекуле оба электрона движутся вокруг двух атомных ядер. Тут уже нельзя различить, какой из электронов какому из двух атомов принадлежит.

Если же два атома водорода соединятся с одним атомом кислорода, то получится молекула воды. Бумага, на которой напечатана эта книга, состоит из молекул клетчатки, в которые входят атомы водорода, кислорода и углерода. Большинство тел состоит именно из молекул, а не из отдельных атомов.

Молекула, так же как и атом, электрически нейтральна, если общее число электронов в ней равно общему числу протонов, находящихся в ее атомных ядрах. Если же число электронов в молекуле будет меньше числа протонов, она будет иметь положительный заряд, а если больше числа протонов, то заряд ее будет отрицательный.

Если перенести каким-либо способом часть электронов из атомов или молекул одного тела на другое, то в пространстве вокруг этих тел, в том числе и между ними, будут действовать электрические силы или, как говорят, возникнет электрическое поле.

Электрическое поле и электрические заряды неразрывно связаны между собой. Невозможно представить себе поле в отсутствие зарядов или заряды в отсутствие поля.

Как же проявляют себя электрические силы? Вот один из знакомых тебе случаев его проявления. Если потереть гребешок куском

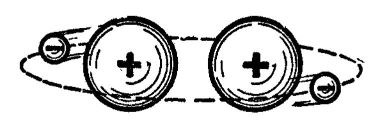


Рис. 5. При соединении двух атомов водорода в молекулу их электронные оболочки сливаются.

сукна или шелка, то гребешок становится способным притягивать к себе пылинки, кусочки бумажки. Объясняется это тем, что при трении о сукно гребешок электризуется — отдает часть электрических зарядов сукну. Вокруг наэлектризованного гребешка возникает электрическое поле, вследствие чего он и приобретает способность притягивать легкие предметы.

Электрическое поле существует и между двумя частями одного и того же тела, если в одной части его имеется избыток электронов, а в другой — недостаток.

Заряд одного электрона ничтожно мал. Но если их собрать побольше и заставить двигаться в одну сторону, то создастся единый поток отрицательных зарядов, получится то, что мы называем электрическим током.

ПРОВОДНИКИ И ИЗОЛЯТОРЫ

Атомы и молекулы различных веществ обладают неодинаковыми свойствами. Так, валентные электроны легко покидают оболочки атомов металлов и непрерывно, беспорядочно движутся между атомами, от одного атома к другому. По существу, кусок металла состоит из расположенных в определенном порядке положительных ионов, пространство между которыми заполнено свободными электронами (рис. 6). В металле невозможно различить, какой электрон к какому из атомов относится. Все электроны как бы сливаются в одно «облако».

Наличие большого количества свободных электронов в металлах и позволяет создавать в них электрический ток. Нужно только превратить хаотическое движение электронов в упорядоченное, заставить их двигаться в одном направлении.

А в некоторых веществах почти нет свободных электронов, так как они прочно удерживаются ядрами. У молекул и атомов этих тел трудно «отобрать» электроны или «навязать» им лишние электроны. В таких телах нельзя создать электрический ток.

Вещества, в которых можно создать ток, называют проводниками, а вещества, в которых нельзя создать ток,— непроводниками тока, изоляторами или диэлектриками.

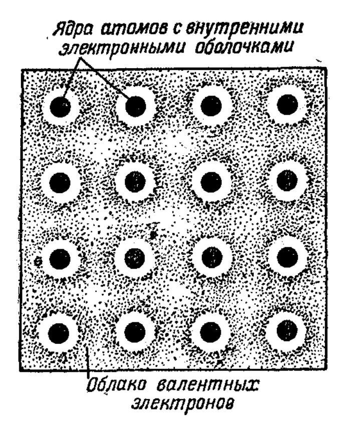


Рис. 6. В металле пространство между атомами заполнено свободными электронами.

Кроме металлов, проводниками являются уголь, растворы солей, кислоты, щелочи, живые организмы, земля и многие другие вещества[1]. Изоляторами являются воздух, стекло, парафин, слюда, фарфор, резина, пластмассы, различные смолы, маслянистые жидкости, сухое дерево, сухая ткань, бумага и другие вещества.

Как проводники, так и изоляторы широко используются в электротехнике и радиотехнике. Из металлов делают провода для передачи электрического тока на расстояние, изготовляют обмотки электродвигателей, применяют во многих других устройствах и приборах. Изоляторы используют там, где надо преградить путь току.

СОПРОТИВЛЕНИЕ И ПРОВОДИМОСТЬ

Однако не все вещества, называемые проводниками, одинаково хорошо проводят электрический ток или, как говорят сокращенно, обладают неодинаковой проводимостью. Дело в том, что при своем движении свободные электроны сталкиваются с атомами и молекулами, причем в одних веществах атомы или молекулы сильнее мешают движению электронов, а в других меньше. Выражаясь техническим языком, одни вещества оказывают большое сопротивление электрическому току, а другие малое. Из всех материалов, широко применяемых в электротехнике и радиотехнике, наименьшее сопротивление электрическому току оказывает медь (еще меньшее сопротивление имеет серебро, но это дорогой металл). За медью по величине сопротивления следует алюминий. Железо и разные металлические сплавы обладают еще большим сопротивлением (худшей проводимостью). А сопротивление угля еще больше. Поэтому электрические провода и делают чаще всего из меди.

Сопротивление проводника зависит не только от свойств его материала, но и от размеров самого проводника. Толстый проводник обладает меньшим сопротивлением, чем тонкий из такого же материала; короткий проводник имеет меньшее сопротивление, длинный — большее, так же как широкая и короткая труба оказывает меньшее препятствие движению воды, чем тонкая и длинная. Кроме того, сопротивление зависит от температуры проводника: чем ниже температура проводника, тем меньше его сопротивление.

Электрическое сопротивление проводника, электрической цепи или ее участка измеряется специальными единицами — омами. Сопротивлением 1 *ом* обладает ртутный столбик высотой 106,3 *см* и сечением 1 $мм^2$ при температуре 0° С. Это так называемый эталон сопротивления.

Чтобы не иметь дело с большими числами, характеризующими величины сопротивлений, пользуются более крупными единицами сопротивления: килоом (сокращенно пишут *ком*), равный 1 000 *ом*, и мегом (сокращенно пишут *Мом*), равный 1 000 000 *ом*.

Сопротивления измеряют специальными приборами — омметрами.

Наряду с понятием «сопротивление» пользуются и понятием «проводимость». Проводимость — это величина, обратная сопротивлению. Чем лучше проводимость, тем меньше сопротивление проводника.

Из металлических сплавов, обладающих сравнительно большими сопротивлениями, например из никелина, нихрома, нейзильбера и некоторых других, делают проволоку, а из нее изготовляют спирали электроплиток, паяльников, детали радиоаппаратуры, называемые проволочными сопротивлениями.

Когда нужно иметь сопротивления больших величин, очень тонкие слои металлических сплавов или углерода наносят на стеклянные или керамические столбики или трубочки. Эти сопротивления называют непроволочными сопротивлениями. Как проволочные, так и непроволочные сопротивления бывают постоянными и переменными. Электрические величины сопротивлений первой группы не изменяются. Величины сопротивлений второй группы могут по желанию изменяться от минимума до максимума. Последние чаще всего делают в виде дужек, по которым скользят подвижные

[1] Электрический ток в растворах создается не только движением электронов, но и движением положительных ионов.

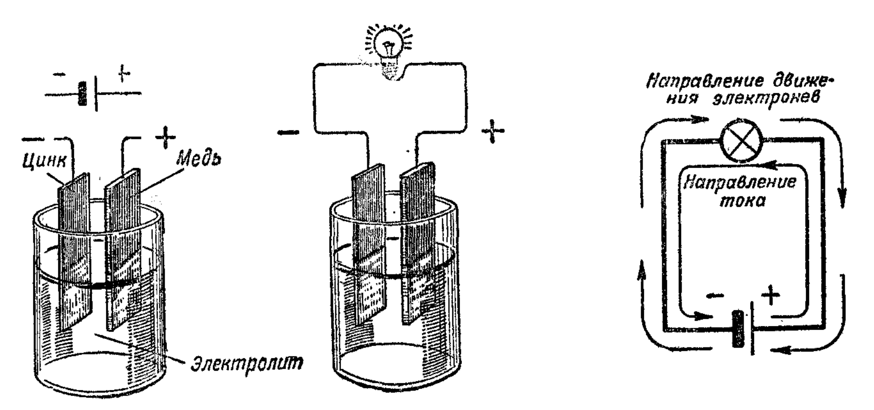


Рис. 7. Устройство простейшего гальванического элемента и обозначение элемента на схемах.

контакты, имеющие выводы. (Подробнее об устройстве сопротивлений разных конструкций мы расскажем в двадцатой беседе.) Величины сопротивлений обычно указываются на их корпусах в омах, килоомах или мегомах. В математических формулах и на схемах сопротивления обозначают латинской буквой R.

ПОЛУПРОВОДНИКИ

Кроме проводников и изоляторов, существуют так называемые полупроводники. К ним относятся такие химические элементы как кремний, германий, селен, теллур, а также многочисленные окислы и другие соединения металлов. Они в десятки тысяч и даже в миллиарды раз проводят ток хуже, чем металлы, но примерно в такое число раз проводят ток лучше, чем парафин, фарфор. Полупроводники занимают промежуточное место между металлами и изоляторами.

Полупроводники обладают очень интересным свойством, резко отличающим их от металлов: под влиянием различных внешних воздействий их сопротивление изменяется в очень больших пределах. В одних условиях они становятся проводниками, в других — изоляторами, а в некоторых случаях даже источниками тока. Эти свойства полупроводников широко используются сейчас в различных радиотехнических приборах, о которых мы расскажем в одной из следующих бесед.

ПОСТОЯННЫЙ ТОК

В проводнике, будь то кусок металлической проволоки или нить электрической лампочки, ток может возникнуть только в том случае, если в атомах, находящихся на одном его конце, будет недостаток электронов, т. е. положительный заряд, а в атомах другого конца — избыток электронов, т. е. отрицательный заряд. Этого можно достигнуть, если присоединить к проводнику какой-либо источник тока, например батарейку от карманного фонаря.

Ток может быть постоянным или переменным. В карманном электрическом фонарике течет постоянный ток. А в электроосветительной сети течет переменный ток. В чем же разница между постоянным и переменным токами?

Если электроны движутся в проводнике все время в одном и том же направлении, как вода в водопроводных трубах, такой ток называют постоянным. А если электроны в проводнике движутся попеременно то в одну, то в другую сторону, такой ток называют переменным. Постоянный ток условно обозначают двумя короткими параллельными черточками «=», похожими на знак равенства, а переменный — символом «~».

Наиболее простыми источниками постоянного тока являются гальванические элементы. Устройство простейшего гальванического элемента показано на рис. 7. Он состоит из цинковой и медной пластинок, помещенных в раствор соли или кислоты, например серной. Пластинки называют электродами элемента, их выводы — полюсами, а раствор — электролитом. В результате химической реакции, происходящей в элементе между электродами и электролитом, на цинковом электроде образуется избыток электронов — отрицательный заряд, а на медном электроде недостаток электронов — положительный заряд.

Говорят, что между электродами элемента возникает электродвижущая сила (сокращенно пишут э. д. с.), напряжение или разность потенциалов. Термины «напряжение» и «раз-

ность потенциалов» обозначает одно и то же, но чаще применяется в технике слово «напряжение». Понятие «электродвижущая сила» тоже очень близкое к ним. В чем разница между э. д. с. и напряжением, мы расскажем несколько позднее.

Положительный полюс элемента обозначают знаком плюс, а отрицательный—знаком минус. Эти знаки ты можешь увидеть около жестяных пружинок батареи, предназначенной для карманного фонарика, это полюса батареи. Она также состоит из гальванических элементов, только сухих. Там их три. Несколько элементов, соединенных между собой, и называют батареей.

Если между полюсами элемента или батареи, составленной из гальванических элементов, включить лампочку накаливания, как показано в средней части рис. 7, получится замкнутая электрическая цепь. По ней, как по мостику, электроны будут двигаться туда, где их недостаток, т. е. от отрицательного полюса к положительному. Это и есть постоянный электрический ток. Он течет через лампочку потому, что в цепи существует электродвижущая сила, имеется электрическое напряжение. Существовать ток будет до тех пор, пока электрическая цепь замкнута и пока действует элемент. Если цепь разорвать, ток в проводнике прекратится.

По отношению к источнику тока эту цепь можно подразделить на два основных участка: в н е ш н и й и в н у т р е н н и й. К внешнему участку цепи относится все, что подключается к полюсам источника тока, а к внутреннему участку — та часть цепи, которая заключена внутри самого источника тока.

ЗАПОМНИ: ЗАМКНУТАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЦЕПЬ—ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ УСЛОВИЕ ДЛЯ СУЩЕСТВОВАНИЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА. В разомкнутой цепи тока быть не может.

Если разноименные заряды создать на двух изолированных друг от друга телах, например шариках, подвешенных на шелковых нитках, шарики будут притягиваться друг к другу, но тока между ними не будет, так как их разделяет изолятор — воздух.

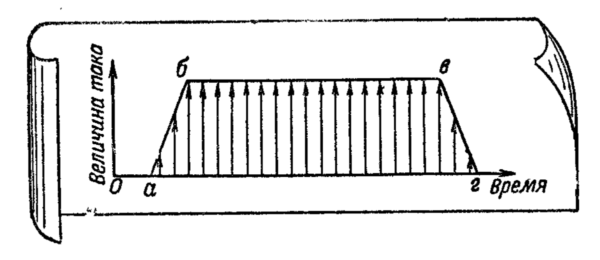


Рис. 8. График постоянного тока.

Хотя электроны в проводнике движутся от отрицательного полюса, где их избыток, к положительному полюсу, где их недостаток, однако принято считать, что ток течет от плюса к минусу, т. е. в направлении, обратном движению электронов. Такая несогласованность объясняется тем, что это условное направление тока было принято тогда, когда люди еще не знали о существовании электронов.

Ты можешь спросить: почему бы сейчас не узаконить правильное направление тока? Дело в том, что это условное направление тока положено учеными в основу ряда существующих правил, связанных с определением электрических явлений.

Продолжим рассказ о постоянном токе.

Постоянный ток можно изобразить графически, как показано на рис. 8. Здесь по горизонтальной оси графика отложено в масштабе время, а по вертикальной — величина тока, которая характеризуется количеством электронов, проходящих по проводнику в каждый момент времени. Точка схождения осей обозначена нулем и является исходной для отсчета времени и величины тока.

О чем может рассказать этот график? Сначала (участок *оа*) ток в проводнике отсутствовал (был равен нулю), так как к проводнику источник тока не был подключен. Ток появился, когда цепь замкнули (точка *а*). Он быстро возрос до некоторой величины (точка *б*) и не изменялся до тех пор, пока цепь была замкнута. Когда же цепь разомкнули (точка *в*), ток быстро стал уменьшаться и совсем исчез (точка *г*). Если электрическую цепь снова замкнуть, в ней опять появится ток. Так, между прочим, выглядит график тока, текущего через лампочку карманного электрического фонарика, когда его включают на короткий промежуток времени.

ПЕРЕМЕННЫЙ ТОК

Через лампочку, изображенную на рис. 7, электроны движутся слева направо — от миуса к плюсу. Но если полюса элемента поменять местами, электроны в проводнике будут идти справа налево, так как теперь минус окажется на правом конце проводника, а плюс на левом. Изменится только направление движения электронов, но ток и в этом случае будет постоянным.

Если же полюса источника менять местами быстро и ритмично, то и электроны в проводнике тоже будут попеременно изменять направление своего движения. Сначала они

будут идти в одном направлении, затем, когда полюса поменяются местами, в другом, обратном предыдущему, потом вновь в первом, опять в обратном и т. д. Это будет уже не постоянный, а переменный ток.

В электротехнике для получения переменного тока применяют машины, называемые генераторами переменного тока. Знаки на их полюсах все время меняются. Тот полюс генератора, который в некоторый момент времени был положительным, через долю секунды становится отрицательным, затем снова положительным, вновь отрицательным и т. д. Одновременно меняются знаки и другого полюса. При этом величина и направление тока в электрической цепи также периодически изменяются.

В школьном кабинете физики тебе, вероятно, приходилось видеть модель генератора переменного тока. Это большой подковообразный магнит, между полюсами которого вращается якорь — цилиндр с обмоткой из изолированной проволоки. Покрутишь якорь — загорится лампочка.

Действие такого генератора основано на явлении электромагнитной индукции — при изменении числа силовых линий магнитного поля, пронизывающего замкнутый проводник, в нем возникает электрический ток.

Магнитное поле — это пространство, в котором действуют магнитные силы. Направление действия этих сил условно изображают в виде линий со стрелками, направленными от северного полюса магнита к южному. Считают также, что чем сильнее магнитное поле, тем гуще его силовые линии, т. е. тем больше магнитных силовых линий в данном пространстве. Простейшая схема генератора переменного тока показана на рис. 9. На нем ты видишь полюса постоянного магнита с силовыми линиями между ними. В магнитном поле вращается вокруг оси проводник, изогнутый в виде рамки. Концы проводника соединены с металлическими кольцами, по которым скользят пластинки. Пластинки называют щетками. К щеткам присоединена лампочка накаливания.

При равномерном вращении витка он при различных своих положениях пересекает то большее, то меньшее число магнитных силовых линий, вследствие чего в нем, согласно закону электромагнитной индукции, возникает изменяющийся по величине и направлению ток.

Разберем поподробнее работу генератора. Когда плоскость витка проходит через плоскость, перпендикулярную силовым линиям, тока в витке нет, так как проводник, образующий виток, не пересекает магнитные силовые линии, а как бы скользит вдоль этих линий. При дальнейшем вращении витка (на рис. 9 — по часовой стрелке) в нем возникает и будет постепенно нарастать ток (на рис. 9 направление тока показано стрелками), так как проводник пересекает все большее и большее число силовых линий. Когда плоскость витка проходит через плоскость, параллельную силовым линиям поля, виток пересекает максимальное число силовых линий — ток в это время наибольший. При следующей четверти оборота витка число пересекаемых им силовых линий уменьшается, а ток падает, сохраняя то же направление. Когда же виток повернется на угол в 180° относительно положения, с которого мы начали рассказ, плоскость витка снова будет проходить положение, перпендикулярное силовым линиям, и ток в нем на мгновение исчезнет. Ток снова появится, будет нарастать до максимума и падать до нуля при дальнейшем вращении витка до тех пор, пока его плоскость опять не пересечет плоскость, перпендикулярную магнитным силовым линиям. Но во время этой половины оборота ток в витке будет идти уже в обратном, противоположном первому, направлении.

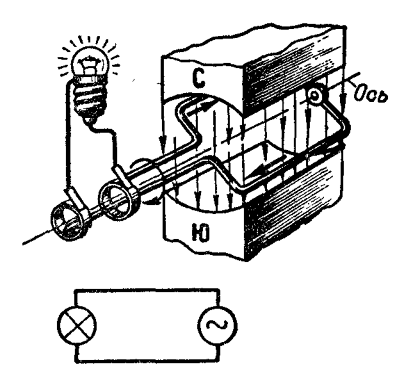


Рис. 9. Простейшая схема генератора переменного тока.

Таким образом, за один оборот витка ток в нем дважды возникает, дважды возрастет до максимума и дважды уменьшится до нуля. При последующих оборотах витка все эти явления будут повторяться, т. е. этот переменный ток течет через подключенную к витку лампочку.

График переменного тока показан на рис. 10. Вверх по его вертикальной оси отложено одно направление тока, условно названное «туда», а вниз — другое направление тока — «обратно».

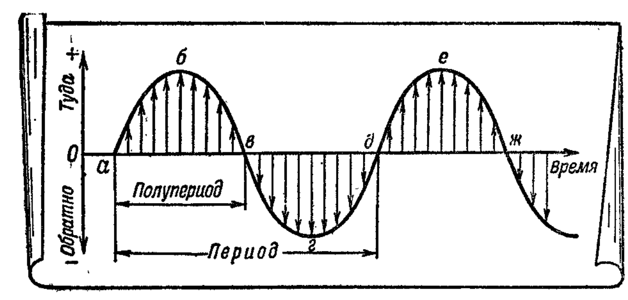


Рис. 10. График переменного тока.

О чем может рассказать этот график? Ток появился в момент времени, обозначенный точкой *а*. Он плавно увеличивался, шел в одном направлении — «туда», достиг наибольшей величины (точка *б*) и стал плавно убывать до нуля. Исчезнув на мгновение (точка *в*), ток вновь появился, плавно возрастал и тек в противоположном направлении — «обратно». Достигнув наибольшего значения (точка *г*), ток снова уменьшился до нуля (точка *д*). Потом ток, опять последовательно возрастая и уменьшаясь, тек в первом направлении, затем снова во втором, опять в первом и так далее, все время меняя свое направление и величину.

При переменном токе электроны в проводнике как бы колеблются из стороны в сторону. Поэтому переменный ток называют также электрическими колебаниями. Движение электронов сначала в одну, а потом в другую сторону считают одним колебанием тока, а время, в течение которого происходит одно полное колебание, — периодом. Половину колебания называют полупериодом. Наибольшую величину тока во время каждого полупериода называют амплитудой тока.

Переменный ток выгодно отличается от постоянного тока тем, что легко поддается преобразованию. При помощи трансформатора можно увеличить амплитуду тока или, наоборот, понизить ее. Это свойство переменного тока широко применяется в электро- и радиотехнике. Переменный ток, кроме того, можно выпрямить — преобразовать в постоянный ток.

ЧАСТОТА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Переменный ток, так же как и звуковые колебания, характеризуется частотой — числом, показывающим, сколько полных колебаний в секунду совершают электроны в проводнике. Единицами частоты колебаний переменного тока также являются герц и килогерц.

В наших электроосветительных сетях течет ток частотой 50 *гц*. Период такого тока равен $^1/_{50}$ секунды, а полупериод $^1/_{100}$ секунды. Следовательно, ток, идущий через электрические лампочки, 100 раз за секунду изменяет свое направление: он попеременно 50 раз в секунду течет в одну сторону и столько же раз в другую. В течение каждой секунды бывает 100 мгновений (на рис. 10 — моменты *в*, *д*, *ж*), когда через лампочки ток не идет. Почему же тогда лампочки не мигают? А потому, что в моменты отсутствия тока их нити накала не успевают остывать.

В современной электротехнике и радиотехнике применяют переменные токи с частотами в единицы, десятки, сотни, тысячи, миллионы и миллиарды герц и килогерц. На радиовещательных станциях, например, генераторы вырабатывают токи частотой в сотни тысяч, миллионы и десятки миллионов герц. Они являются тем средством, с помощью которого осуществляется передача звуков на большие расстояния без проводов.

Для передачи по радио изображений (в телевидении) используют токи с частотами в десятки миллионов герц, в радиолокации — токи частотой в сотни миллионов и миллиардов герц.

Выражать частоты этих токов в герцах и килогерцах неудобно. Поэтому, кроме этих, единиц, в радиотехнике пользуются более крупной единицей частоты — мегагерц (сокращенно пишут *Мгц*), равной миллиону герц. Иногда используют еще более крупную единицу гигагерц (сокращенно пишут *Ггц*), соответствующую миллиарду герц. Токи сравнительно небольших частот, в пределах 20 *гц* — 20 *кгц*, называют токами низкой или звуковой частоты, так как они соответствуют частотам колебаний воздуха, воспринимаемых нами как звук.

Переменные токи частотой от 20 *кгц* до 50 *кгц* называют токами ультразвуковой частоты, от 50 *кгц* до 30 *Мгц* — токами высокой частоты, а выше 30 *Мгц* — токами сверхвысокой, или ультравысокой частоты.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК, ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ НАПРЯЖЕНИЕ И ЭЛЕКТРОДВИЖУЩАЯ СИЛА

Ток, как ты знаешь, совершает работу — создает свет, тепло, приводит в движение машины. Он может произвести тем большую работу, чем больше электронов идет по проводам и чем больше «напор», с которым они

движутся. Вместо слова «напор» в электротехнике и радиотехнике пользуются термином напряжение. Чем больше напряжение, тем стремительнее движутся электроны по проводнику. Но чем стремительнее и больше поток электронов в проводнике, тем значительнее величина тока и его работа. Вместо «величина тока» иногда говорят «сила тока» или просто «ток». Таким образом, слово «ток» имеет два значения. Оно обозначает само явление движения электронов в проводнике. а также служит оценкой количества электричества, проходящего по проводнику в какой либо промежуток времени. Говорят: «большой ток», «малый ток».

Величина или сила тока характеризуется числом электронов, проходящих по цепи в течение 1 *сек*. Число это огромно. Например, через нить накала горящей лампочки электрического карманного фонаря ежесекундно проходит около 2 000 000 000 000 000 000 электронов. Вполне понятно, что определять величину тока по количеству электронов неудобно, так как пришлось бы иметь дело с очень большими числами.

За единицу электрического тока принят ампер (сокращенно пишут *а*). Ток 1 *а* — это ток, при котором через поперечное сечение проводника за 1 *сек* проходит 6 250 000 000 000 000 000 электронов.

В математических выражениях ток обозначают латинской буквой *I*. Например, пишут: $I=2$ *а*.

Наряду с ампером применяют более мелкие единицы тока: миллиампер (пишут *ма*), равный 0,001 *а*, и микроампер (пишут *мка*), равный 0,000 001 *а* или 0,001 *ма*. Следовательно, 1 *а* содержит 1 000 *ма* или 1 000 000 *мка*.

У тебя может возникнуть вопрос: как же оценить величину переменного тока — ведь число электронов, движущихся в цепи переменного тока, непрерывно изменяется? Можно взять амплитудное значение тока, но это практически неудобно. Величину переменного тока обычно оценивают по так называемому эффективному его значению. Это такое значение тока, которое соответствует постоянному току некоторой величины, производящему такой же нагрев проводника. Эффективная величина переменного тока составляет примерно 0,7 от его амплитудного значения.

Приборы, служащие для измерения тока, называют соответственно амперметрами, миллиамперметрами, микроамперметрами. Они включаются в электрическую цепь последовательно с потребителем

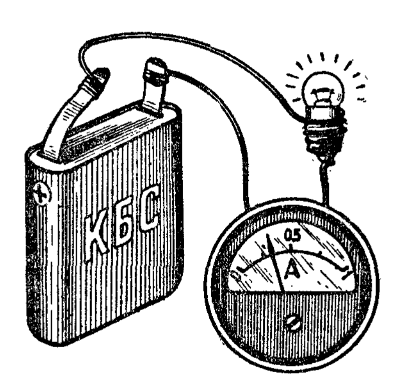


Рис. 11. Амперметр включают в цепь последовательно.

тока, т. е. в разрыв цепи (рис. 11). Каждый из этих измерительных приборов рассчитан на величину тока не больше некоторой предельной. Прибор нельзя включать в цепь, где ток превышает эту величину, иначе он испортится.

Напряжение оценивается единицами, именуемыми вольтами. После чисел, выражающих напряжение, обычно не пишут слово вольт полностью, а вместо него ставят только первую букву этого слова — *в*.

Один гальванический элемент имеет э. д. с. 1—1,5 *в*. Чтобы получить большую э. д. с. и большее напряжение, элементы соединяют в батарею. Для этого положительный электрод первого элемента соединяют с отрицательным электродом второго элемента, а положительный электрод второго — с отрицательным электродом третьего элемента и т. д. (рис. 12). Такое соединение называется последовательным. Оставшиеся свободными выводы крайних элементов будут полюсами батареи. Напряжение такой батареи равно сумме напряжений всех входящих в нее элементов. Чем большее напряжение нужно получить, тем больше элементов должна иметь батарея.

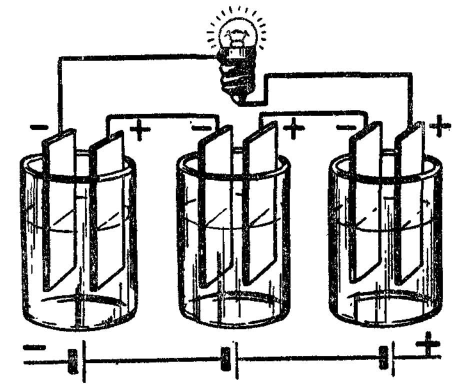


Рис. 12. Соединение гальванических элементов в батарею.

Батарейка от карманного электрического фонарика, как ты уже знаешь, состоит из трех элементов, которые соединены последовательно. На этикетке этой батарейки можно прочитать, что ее напряжение 3,7 *в*. Значит, напряжение каждого из них немногим более 1,2 *в*.

Для питания ламповых радиоприемников применяют батареи, составленные из нескольких десятков последовательно соединенных элементов. Батарея БАС-80, например, состоит из 60 элементов, соединенных последовательно.

Выясним теперь, в чем разница между электродвижущей силой и напряжением.

Электродвижущая сила между полюсами источника тока равна напряжению до тех пор, пока к нему не подключена внешняя цепь, например лампочка. Как только будет подключена внешняя цепь и в ней возникнет ток, напряжение между полюсами источника тока станет меньше.

Новый, недавно выпущенный с завода и не бывший в употреблении сухой гальванический элемент дает э. д. с. около 1,5 *в*. При подключении к нему лампочки напряжение на его полюсах около 1,2—1,3 *в*. По мере расходования энергии элемента на питание лампочки напряжение постепенно падает. Элемент считается негодным для дальнейшего применения, когда его напряжение снизится до 0,7 *в*, хотя э. д. с. его может быть много больше, чем 0,7 *в*.

Еще пример. Начальная э. д. с. батареи БАС-80 равна 104 *в*. При подключении к ней приемника она дает напряжение 100—102 *в*, которое по мере разряда батареи будет постепенно падать до 55—60 *в*. Но если разряженную батарею отключить, ее э. д. с. может оказаться больше 90 *в*. Тем не менее эту батарею надо заменить новой, так как она разрядилась.

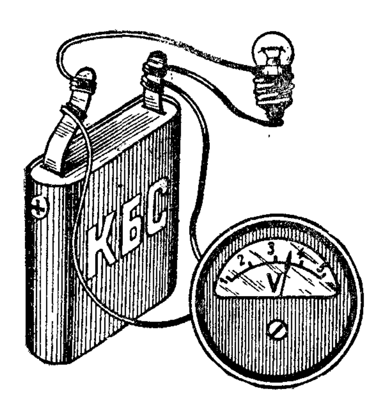


Рис. 13. Вольтметр подключают к полюсам источника электрического тока

Кроме упомянутой нами единицы электродвижущей силы и напряжения — вольт, применяется более крупная единица — к и л о в о л ь т (сокращенно пишут *кв*), соответствующая 1 000 *в*, а также более мелкие единицы — м и л л и в о л ь т (сокращенно пишут *мв*), равная 0,001 *в*, и м и к р о в о л ь т (сокращенно пишут *мкв*), равная 0,001 *мв*.

Заметим, что эффективное значение переменного напряжения или переменной э. д. с., так же как и эффективное значение переменного тока, составляет примерно 0,7 от его амплитудной величины. Нужно иметь в виду, что когда говорят, например, о величине напряжения в электросети, то всегда имеют в виду именно эффективное его значение.

Напряжение измеряют к и л о в о л ь т м е т р а м и, в о л ь т м е т р а м и, м и л л и в о л ь т м е т р а м и или м и к р о в о л ь т м е т р а м и. Они подключаются непосредственно к полюсам источника тока либо к концам проводников или нагрузкам, на которых необходимо измерить напряжения (рис. 13).

В математических выражениях напряжение обозначают латинской буквой U.

РАБОТА ТОКА

Работу, которую производит электрический ток, можно сравнить с работой, которую может выполнить вода реки. Чем больше уклон местности, по которой протекает река, тем с большим напором течет вода, тем большую работу она может выполнить. Большие и многоводные реки совершают огромную работу: точат и размывают берега, несут в себе землю, камни, крутят мельничные колеса, мощные механизмы. Чтобы получить большой напор воды, на гидроэлектростанциях сооружают плотины, поднимающие уровень воды на десятки метров. Падая стремительно с высоты вниз, вода вращает пропеллеры мощных гидравлических турбин; при этом энергия движения воды преобразуется в энергию электрического тока.

Когда мы говорим, что электрический ток выполняет работу, мы под этим подразумеваем, что его энергия преобразуется в какой-либо иной вид энергии — в тепло, свет, приводит в действие машины, осуществляет химические реакции.

Ток всегда вызывает нагрев проводника, по которому он течет. Чем больше величина тока, тем сильнее нагревается проводник. При достаточно большом токе проводник накаляется докрасна и может даже разрушиться — перегореть. Нагреваясь, он отдает тепло в окружающее пространство, а при высо-

кой температуре нагрева создает свет. Это свойство тока используется в электрической лампочке, в электрическом утюге, плитке и многих других электронагревательных приборах.

С помощью постоянного тока можно разложить воду на водород и кислород, а некоторые растворы на химические элементы. Это явление называют электролизом. На нем основаны никелирование, хромирование, золочение различных металлических предметов. Химическое действие тока используют в аккумуляторах для накопления электрической энергии.

МАГНИТНОЕ ПОЛЕ ТОКА

Электрический ток создает вокруг проводника, по которому он течет, магнитное поле. Его можно обнаружить, если поднести к проводнику с постоянным током магнитную стрелку. Она встанет поперек проводника (рис 14)—укажет направление магнитных силовых линий. Наиболее сильное магнитное поле получается около самого проводника. По мере удаления от него магнитное поле ослабевает.

Если изменить направление тока в проводнике, изменится и направление магнитных силовых линий — стрелка повернется на угол в 180°. Значит, направление силовых линий магнитного поля, создаваемого током, зависит от направления тока в проводнике.

Магнитное поле можно усилить, если проводник с током свернуть спиралью — в катушку. Магнитное поле катушки можно сгустить, если поместить в нее стальной сердечник. Эту возможность используют в электромагнитах, в телефонных трубках, в громкоговорителях.

Если в проводнике течет постоянный ток неизменной величины, его магнитное поле также не будет изменяться. Но если ток уменьшится, слабее будет и его магнитное поле. Увеличится ток — усилится и его магнитное поле. Исчезнет ток — пропадет и его поле. Словом, ток и его магнитное поле неразрывно связаны друг с другом и зависят друг от друга.

Если магнитную стрелку поднести к проводу с переменным током, она останется неподвижной. Но это не значит, что вокруг проводника нет магнитного поля. Оно есть, но оно переменное. Стрелка же не будет отклоняться только вследствие своей «неповоротливости», она не будет поспевать следовать за быстрыми изменениями магнитного поля.

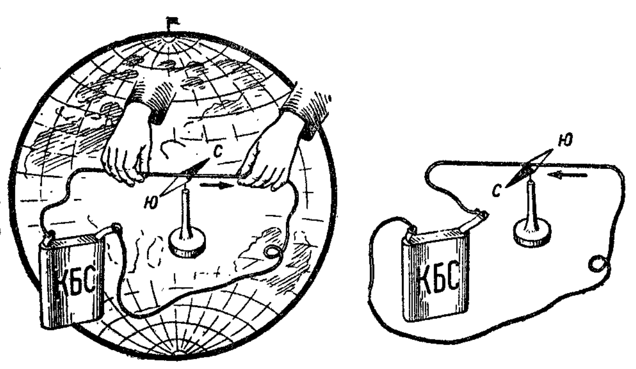


Рис. 14. При изменении направления тока в проводнике меняется и направление магнитного поля.

Электрический ток можно изменять по величине с помощью различных приборов. Это свойство тока широко используется в технике, в частности при передаче звука на большие расстояния.

РАЗГОВОР ПО ТЕЛЕФОНУ

Ты подходишь к телефону, снимаешь трубку, называешь или набираешь номер. Вскоре ты слышишь голос товарища, а он твой.

Как происходит передача разговора?

Созданные твоим голосом звуковые волны колеблют тонкую пластинку микрофона, называемую мембраной: в те моменты, когда до мембраны доходят области сгущения воздуха в звуковых волнах, она прогибается в одну сторону, а когда доходят области разряжения, она прогибается в другую сторону. Микрофон превращает эти колебания в электрические колебания — переменный ток. Он идет по проводам, соединяющим твой телефонный аппарат с аппаратом собеседника. Какова будет частота колебаний мембраны микрофона, такова же будет и частота переменного тока в проводах. Эти колебания тока представляют собой как бы «электрический рисунок» звука. Их называют токами звуковой частоты. Токи эти протекают через телефонную трубку аппарата твоего товарища и вызывают колебания ее мембраны. Мембрана колеблет воздух, а он — барабанную перепонку уха собеседника.

Процесс передачи звуков по радио сложнее: их несут от радиовещательной станции к приемникам не токи, а радиоволны. Об этом мы расскажем в следующей беседе.

Беседа пятая

ПЕРВОЕ ЗНАКОМСТВО С РАДИОПЕРЕДАЧЕЙ И РАДИОПРИЕМОМ

Слово «радио» происходит от латинского слова излучать (radiare), что значит испускать лучи. Это слово имеет общий корень с латинским словом радиус — луч.

Если из точки провести расходящиеся во все стороны прямые линии — лучи, то получится рисунок Солнца примерно в том виде, как его обычно изображают малыши. В действительности так оно и есть: Солнце испускает во все стороны лучи — радиусы.

Радиостанция подобно Солнцу излучает во все стороны, по радиусам радиоволны [1].

Если бы мы пришли на радиовещательную станцию, то прежде всего увидели бы провода, поднятые над землей на высоких мачтах. Это — а н т е н н а. Рядом с антенной — здание, где находится радиопередатчик — «сердце» радиостанции. Он представляет собой сложное устройство, посылающее в антенну ток высокой частоты.

К передатчику идет подземный кабель (хорошо изолированный провод) из радиостудии. Там, в студии, установлен м и к р о ф о н. Не только разговор и звуки музыки, но и шепот, шорох микрофон мгновенно превращает в переменный электрический ток низкой частоты, который направляется к радиопередатчику.

РАДИОВОЛНЫ

Одна из частей радиопередатчика радиостанции — г е н е р а т о р в ы с о к о й ч а с т о т ы — вырабатывает ток высокой, строго постоянной для данной радиостанции частоты. Прежде чем попасть в антенну радиостанции, этот ток усиливается специальными устройствами.

Поскольку в проводах антенны течет ток, вокруг нее получается переменное магнитное поле. Одновременно вокруг антенны возникает электрическое поле. Оба этих поля тесно связаны друг с другом. Они образуют единое переменное электромагнитное поле. Оно изменяется с частотой тока, протекающего в антенне, как бы отделяется от антенны и распространяется в окружающем пространстве, неся в себе энергию, которую антенна получает от передатчика. Это явление носит название и з л у ч е н и я э л е к т р о м а г н и т н ы х к о л е б а н и й.

Электромагнитные колебания в пространстве называют также электромагнитными волнами и р а д и о в о л н а м и.

Скорость распространения радиоволн огромна. Она равна скорости света — 300 000 *км* в секунду. Радиоволны распространяются в пространстве почти в миллион раз быстрее, чем звук в воздухе. Это значит, что если на Московской радиовещательной станции в некоторый момент времени включили передатчик, то ее радиоволны меньше чем за $^1/_{30}$ *сек* дойдут до Владивостока, а звук за это время успеет распространиться всего лишь на 11 *м*.

Совпадение скоростей распространения радиоволн и света не случайно, так как радиоволны по своей природе подобны свету. Свет также представляет собой распространяющееся в пространстве переменное электромагнитное поле, но только несравненно более высокой частоты, чем радиоволны,— от 400 до 800 миллионов *Мгц*. Световые волны действуют на глаз, а радиоволны — нет. Этим и объясняется, что радиоволны «невидимы» для глаза, а световые воспринимаются глазом.

Попутно заметим, что тепло также представляет собой распространяющееся в пространстве переменное электромагнитное поле, частота которого несколько меньше, чем у света, но во много раз больше, чем у радиоволн.

Электромагнитные поля, будь то световые, тепловые или радиоволны, распространяются не только в воздухе, но и там, где его нет. Этим они коренным образом отличаются от звуковых волн, для распространения которых совершенно необходим воздух или какое-либо другое вещество.

Как для световых волн, так и для радиоволн существуют тела «прозрачные», через которые они проникают совершенно свободно, и «непрозрачные», которые задерживают их. Однако многие «непрозрачные» для света тела беспрепятственно пропускают через себя радиоволны. Например, радиоволны проходят через деревянные и кирпичные стены домов так же свободно, как свет сквозь стекло. Но верхние слои атмосферы, совершенно прозрачные для света, могут быть непреодолимым препятствием на пути радиоволн.

ДЛИНА ВОЛНЫ

Когда радиостанция начинает передачу, диктор обычно сообщает, что данная станция работает на волне такой-то длины. Длина волны есть расстояние, на которое электро-

[1] Некоторые радиостанции специального назначения излучают радиоволны только в одном направлении.

магнитное поле распространяется за один период колебания тока высокой частоты в антенне.

Как это понимать?

За время одного периода тока в пространстве возникает одна радиоволна. Чем больше частота тока, тем больше следующих друг за другом радиоволн возникнет в пространстве в течение каждой секунды.

Допустим, что частота тока в антенне радиостанции составляет 1 *Мгц* — один миллион герц. Тогда период этого тока и рожденного им электромагнитного поля будут равны одной миллионной доле секунды.

За 1 *сек* радиоволна проходит расстояние 300 миллионов метров. Значит, за одну миллионную долю секунды она пройдет расстояние в миллион раз меньшее, т. е.

$$\frac{300\,000\,000}{1\,000\,000} = 300 \text{ м}.$$

Следовательно, длина волны данной радиостанции равна 300 *м*.

Таким образом, длина волны радиостанции зависит от частоты тока в ее антенне: чем больше частота, тем короче волна, и наоборот, чем меньше частота тока, тем длиннее волна. Чтобы узнать длину волны радиостанции, надо скорость распространения радиоволн разделить на частоту тока в ее антенне. А чтобы узнать частоту тока в антенне радиостанции, надо скорость распространения радиоволн разделить на длину волны станции.

Запомни: длина радиоволны есть расстояние, на которое электромагнитная энергия распространяется за время одного колебания тока в антенне передатчика. Не путай понятие о длине волны, на которой работает радиостанция, с дальностью ее действия, т. е. с расстоянием, на котором ее передачи могут быть приняты. Дальность действия радиостанции, правда, зависит от длины волны, но не отожествляется с нею. Так, передача на волне длиной в несколько десятков метров может быть услышана на расстоянии в несколько тысяч километров, но не всегда слышна на более близких расстояниях. В то же время передача радиостанции, работающей на волне длиной в сотни и тысячи метров, часто не слышна на таких больших расстояниях, на которых слышны передачи коротковолновых станций.

Каждая радиовещательная станция работает на строго постоянной частоте, отличающейся от частот других радиостанций. Поэтому и длины волны различных радиостанций неодинаковы, но строго постоянны для каждой из них. Это и дает возможность принимать передачи каждой радиостанции в отдельности.

ДИАПАЗОНЫ РАДИОВОЛН

Радиовещательные станции работают на волнах, находящихся в пределах так называемых радиовещательных диапазонов:

длинноволнового (сокращенно ДВ) — от 2 000 до 700 *м* (частоты от 150 до 430 *кгц*);

средневолнового (сокращенно СВ) — от 575 до 187 *м* (частоты от 520 *кгц* до 1,6 *Мгц*);

коротковолнового (сокращенно КВ) — примерно от 75 до 13 *м* (частоты от 4 до 29 *Мгц*);

ультракоротковолнового (сокращенно УКВ) — от 4,65 до 3,95 *м* (частоты от 64,5 по 76 *мггц*); волны этого диапазона называют также метровыми волнами[1].

Коротковолновые вещательные станции неравномерно распределены по всему КВ диапазону: больше всего их работает на волнах длиной около 19, 25, 31, 41 и 50 *м*. Соответственно этому коротковолновый радиовещательный диапазон подразделяется на 19-метровый, 25-метровый, 31-метровый, 41-метровый и 50-метровый поддиапазоны.

Волна длиной 600 *м* отведена для передачи сигналов бедствия кораблями в море. На этой волне работают все морские аварийные радиопередатчики, и на эту волну настроены приемники всех спасательных станций и маяков.

МОДУЛЯЦИЯ

Пока нет передачи, в антенне радиовещательной станции течет ток строго постоянной частоты и амплитуды (см. левую часть рис. 15). Антенна при этом излучает в пространство энергию радиоволн неизменной мощности. Но вот в студии включили микрофон и начал говорить диктор. Сразу же начали двигаться стрелки измерительных приборов передатчика и люди, находящиеся за десятки, сотни и тысячи километров от радиостанции, услышали знакомый голос диктора.

Как же происходит передача звуков по радио?

Установленный в студии микрофон преобразует звук в ток низкой частоты (рис. 16). Этот ток усиливается имеющимся в студии усилителем и подается по кабелю в одну из частей передатчика, называемую **модулятором**. С помощью последнего ток звуковой частоты изменяет амплитуды высокоча-

[1] Вообще же короткими волнами называют волны длиной от 10 до 100 *м*, а ультракороткими волнами — все волны короче 10 *м*.

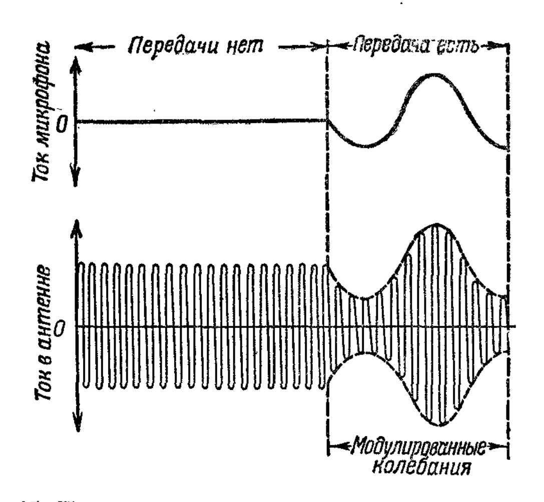


Рис. 15. При действии звука на микрофон ток высокой частоты в антенне передатчика изменяется по амплитуде.

стотных колебаний, идущих от передатчика в антенну. От этого изменяется излучаемая энергия: чем больше амплитуда тока, поступающего из радиостудии, тем в больших пределах изменяются амплитуды тока высокой частоты и излучаемая антенной электромагнитная энергия (см. правые части графиков рис. 15). Чем больше частота тока, поступающего из радиостудии, тем с большей частотой будут изменяться амплитуды высокочастотного тока в антенне.

Процесс изменения амплитуды высокочастотных колебаний под действием тока звуковой частоты на радиостанции называют амплитудной модуляцией. Изменяемые же по амплитуде токи высокой частоты в антенне и излучаемые ею радиоволны носят название модулированных колебаний.

Кроме амплитудной модуляции, существует еще так называемая частотная модуляция. При таком виде модуляции от действия токов звуковой частоты, создаваемых микрофоном, амплитуда колебаний высокой частоты в антенне радиостанции остается неизменной, а изменяется частота высокоча-

Рис. 16. Схема радиопередачи и радиоприема.

стотных колебаний. Такой способ модуляции применяют, например, для передачи звукового сопровождения в телевидении и при радиовещании на УКВ. В радиовещании на длинных, средних и коротких волнах используют только амплитудную модуляцию.

РАДИОПРИЕМ

Радиоволны не могут быть обнаружены ни одним органом наших чувств, как могут быть обаружены электромагнитные волны при световом или тепловом излучении. Но если на пути радиоволн встречается проводник, они отдают ему часть своей энергии. На этом явлении и основан прием радиопередач.

«Улавливание» энергии радиоволн осуществляется с помощью приемной антенны. Ее задача — «захватить» из пространства возможно больше энергии радиоволн. Антенной может быть любой провод, подвешенный над землей. Достигая антенны, радиоволны возбуждают (наводят) в ней переменный ток такой же частоты, какой ток создал эти радиоволны. Этот ток имеет точно такой же «звуковой узор», какой имеет ток в антенне радиовещательной станции. Короче говоря, в антенне возбуждаются модулированные колебания высокой частоты. Эти колебания из антенны поступают в радиоприемник.

В приемнике происходят процессы, обратные тем, которые происходят в радиостудии и на передающей радиостанции. Если там звук последовательно превращают сначала в электрические колебания звуковой частоты, а затем в модулированные колебания высокой частоты, то при радиоприеме решается обратная задача: модулированные колебания, уловленные антенной, преобразуются приемником в электрические колебания звуковой частоты, а потом в звук.

Преобразование модулированных колебаний высокой частоты в звуковые осуществляется при помощи детектора, а превращение этих колебаний в звук — телефонными трубками.

Кроме детектора и телефонных трубок, каждый, даже самый простой радиоприемник имеет колебательный контур, состоящий из катушки, намотанной из медного провода, и конденсатора — прибора, способного накапливать электрические заряды. Этот контур называется колебательным потому, что в нем под воздействием тока высокой частоты, поступающего из антенны, электроны приходят в колебательное состояние.

Для чего нужен колебательный контур?

Антенну приемника пронизывают радиоволны, излучаемые множеством радиостанций, возбуждая в ней модулированные колебания самых различных частот. Если бы все эти колебания превратить в звук, то мы услышали бы сотни голосов людей, разговаривающих на различных языках. Вряд ли такой радиоприем нас устроит.

Нам, разумеется, интересно послушать передачи разных станций, но только не все одновременно, а каждую по отдельности. А для этого из колебаний множества частот, возбуждающихся в антенне, надо выделить колебания с частотой только той радиостанции, передачи которой мы желаем слушать. Вот для этого-то и существует колебательный контур. Он является тем органом приемника, благодаря которому мы можем настраивать его то на одну, то на другую радиостанцию. Поэтому-то колебательный контур и является обязательным элементом каждого радиоприемника.

Возможность приема передач на том или ином расстоянии от радиостанции зависит от мощности излучаемых ею радиоволн: чем мощнее передатчик станции, тем на большем расстоянии от нее можно слушать ее передачи. Здесь можно привести аналогию со светом: чем ярче, мощнее источник света, тем на большем расстоянии он виден.

Дальность радиоприема зависит также от качества антенны, чувствительности самого приемника и длины волны, на которой работает радиовещательная станция.

Различают две основные группы радиоприемников: детекторные и ламповые. Детекторные радиоприемники — самые простые. Они работают исключительно за счет той энергии, которую получают от антенны, и не требуют для своей работы дополнительных источников тока. Недостаток детекторных приемников — малая чувствительность, поэтому слушать передачи приходится на телефонные трубки. Только при близости к мощной радиостанции и при наличии хорошей антенны и заземления на детекторный приемник можно получить не очень громкий прием на громкоговоритель.

Ламповые радиоприемники сложнее детекторных, и к тому же для их работы нужны источники тока. В соответствии с видом питания различаются батарейные и сетевые радиоприемники.

Батарейные приемники предназначены для работы в тех местностях, где единственным источником тока могут быть батареи, составленные из гальванических элементов,

или аккумуляторы. Такие приемники, если они имеют малый вес и размеры, могут использоваться в качестве радиопередвижек для экспедиций, туристских походов, экскурсий и прогулок.

Сетевые приемники применяются только там, где имеется сеть электрического освещения. Они выгодно отличаются от батарейных тем, что работа с ними требует гораздо меньших хлопот в деле обеспечения электроэнергией.

Сделать самому ламповый приемник значительно труднее, чем детекторный, но зато даже с помощью простейшего одноллампового приемника можно слушать на телефонные трубки многие, часто очень отдаленные радиостанции. Наша радиопромышленность выпускает самые различные типы приемников и в большом количестве, обеспечивая возможность слушать радиопередачи в любом месте страны.

Кроме того, существует много радиотрансляционных узлов, которые сокращенно называют радиоузлами. На станции радиотрансляционного узла имеются приемник и мощный усилитель низкой частоты. Принятая передача усиливается и в виде тока звуковой частоты подается по проводам к радиослушателям. У радиослушателей установлены громкоговорители, преобразующие этот ток в звук. Громкоговорители работают бесперебойно, не требуя почти никаких забот со стороны радиослушателей.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАДИОВОЛН

Радиоволны различной длины обладают неодинаковыми свойствами, влияющими на дальность их распространения. Волны одной длины преодолевают большие расстояния, волны другой длины «теряются» за пределами горизонта. Бывает, что передача станции превосходно слышна где-то по ту сторону земли, но совершенно не слышна в нескольких десятках километров от нее.

Если бы мы настроили приемники на рядом стоящие радиостанции, работающие в диапазонах ультракоротких, коротких, средних и длинных волнах, то, удаляясь от станций, мы смогли бы наблюдать такое явление. Уже в нескольких десятках километров прекратился бы прием ультракоротковолновой и коротковолновой станций. Через 800—1 000 *км* мы перестали бы слышать передачи средневолновой станции, а через 1 500—2 000 *км* и передачи длинноволновой станции. Но на большом расстоянии мы вновь сможем услышать передачу коротковолновой станции.

Чем объяснить это явление? Что влияет на «дальнобойность» радиоволн разной длины? Земля и окутывающая ее атмосфера.

Земная атмосфера состоит из трех слоев. Первый слой, верхняя граница которого кончается в 10—12 *км* от поверхности земли, называется тропосферой. Над ним, километров до пятидесяти, находится второй слой — стратосфера. А выше, примерно от 100 до 400 *км* над землей, простирается третий слой — ионосфера. Она-то и играет решающую роль в распространении радиоволн, и особенно коротких.

Воздух в ионосфере сильно разрежен. Под действием солнечных излучений из атомов газов здесь выделяется много свободных электронов, в результате чего появляются положительные ионы. Происходит, как говорят, ионизация верхнего слоя атмосферы. Ионизированный слой способен поглощать радиоволны и искривлять их путь. В течение суток в зависимости от интенсивности солнечного излучения число свободных электронов в ионизированном слое, его толщина и высота изменяются, а от этого изменяются и его электрические свойства.

Электромагнитная энергия, излучаемая антеннами радиостанций, распространяется как вдоль земной поверхности, так и вверх под различными углами к ней. Волны, идущие первым путем, называют земными или поверхностными, а вторым путем — пространственными (рис. 17).

При приеме станций длинноволнового диапазона используется главным образом энергия поверхностных волн, которые хорошо огибают поверхность земли. Являясь проводником, земля поглощает энергию радиоволн. Поэтому по мере удаления от длинноволновой станции громкость приема ее передач постепенно падает и, наконец, прием совсем прекращается.

Средние волны хуже огибают землю и сильнее, чем длинные, поглощаются ею. Этим-то и объясняется меньшая «дальнобойность» средневолновых радиовещательных станций по сравнению с длинноволновыми. Так, например, передача радиостанции, работающей на волне длиной 300—400 *м*, может быть услышана на расстоянии, в 2—3 раза меньшем, чем передача станции такой же мощности, но работающей на волне длиной 1 500—2 000 *м*. Чтобы увеличить дальность приема таких станций, приходится увеличивать их мощность.

Однако в вечернее и ночное время передачи радиостанций длинноволнового и средне-

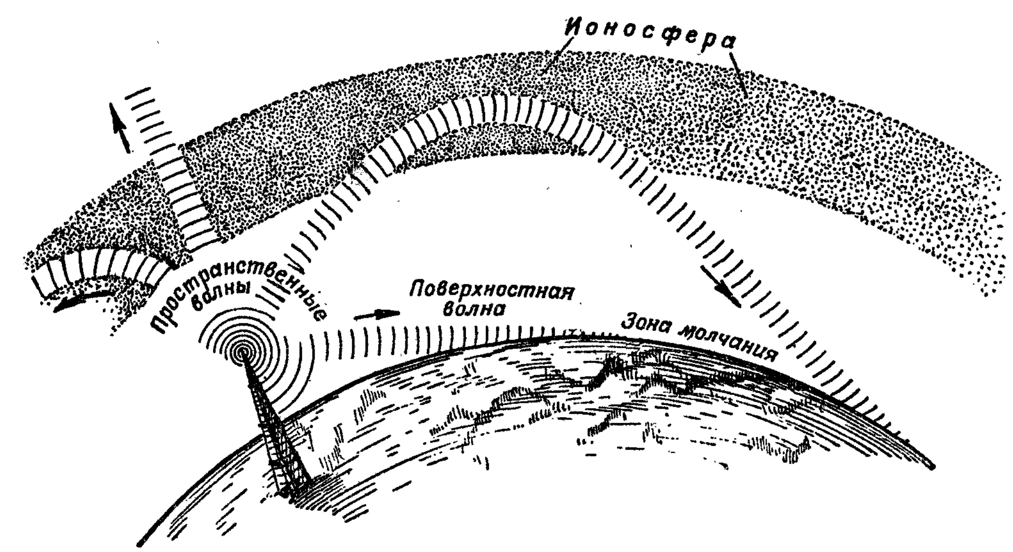


Рис. 17. Пути радиоволн.

волнового диапазонов можно слышать на бо́льших расстояниях, чем днем. Дело в том, что излучаемая вверх часть энергии радиоволн этих станций днем бесследно теряется в атмосфере. После же захода солнца нижний слой ионосферы искривляет их путь так, что они возвращаются к земле на таких расстояниях, на которых прием этих станций поверхностными волнами уже невозможен.

Волны коротковолновых станций сильно поглощаются землей и плохо огибают ее поверхность. Поэтому в нескольких десятках километров от такой станции ее поверхностные волны уже не обнаруживаются. Но зато пространственные волны могут быть обнаружены радиоприемником в нескольких тысячах километрах от нее и даже в противоположной точке земли. Искривление пути коротких волн происходит в ионосфере. Войдя в ионосферу, они могут пройти в ней очень длинный путь и вернуться на землю очень далеко от передающей станции. Иногда они даже могут совершить кругосветное «путешествие» — их можно принять в том месте, где расположена передающая станция. Этим и объясняется секрет хорошего распространения коротких волн на большие расстояния даже при малых мощностях передатчика.

Но короткие волны имеют и свои недостатки. Образуются з о н ы, где передача коротковолновой станции не слышна. Их называют зонами м о л ч а н и я (рис. 17). Величина зоны молчания зависит от длины волны и состояния ионосферы, что в свою очередь зависит от интенсивности солнечного излучения.

Ультракороткие волны (УКВ) по своим свойствам наиболее близки к световым лучам. Они в основном распространяются прямолинейно и сильно поглощаются землей и различными предметами. Поэтому уверенный прием УКВ станции возможен лишь в тех случаях, когда между антеннами передатчика и приемника можно мысленно провести прямую линию, которая по всей длине не встречает каких-либо препятствий в виде гор, возвышенностей, лесов.

Ионосфера для УКВ подобно стеклу для света прозрачна. Поэтому УКВ почти беспрепятственно пронизывают ее и уходят в космическое пространство. Вследствие этого надежная дальность действия даже мощной УКВ станции не превышает, как правило, 100 *км*. Лишь путь наиболее длинных волн УКВ диапазона, порядка 8—9 *м*, несколько искривляется нижним слоем ионосферы, который как бы пригибает его к земле. Благодаря этому расстояние, на котором возможен прием УКВ передатчика, может быть несколько большим.

Надо сказать, что УКВ диапазон еще недостаточно хорошо изучен. Иногда передачи УКВ станций слышны на расстоянии в сотни и тысячи километров от нее. Радиолюбители помогают ученым изучать условия распространения ультракоротких волн, как они в свое время помогли изучить свойства коротких волн.

Беседа шестая

АНТЕННА И ЗАЗЕМЛЕНИЕ

Слово «антенна» пришло к нам из греческого языка. Греки называли антенной щупальца или усики насекомых.

Приемная антенна — это тоже «щупальца», при помощи которых приемник «захватывает» из пространства энергию радиоволн. Чем больше этой энергии получит радиоприемник от своей антенны, тем громче он будет работать. Это особенно необходимо для детекторного приемника, который работает исключительно за счет энергии, получаемой из антенны, а также и для простых ламповых радиоприемников.

Для детекторных и простых ламповых приемников нужно еще и заземление — хорошее электрическое соединение с землей. При этом повышается громкость работы приемника.

Какую антенну строить?

Тебе приходилось видеть различные конструкции антенн. Большая часть из них представляет собой длинные провода, поднятые высоко над землей. Часто встречаются антенны в виде проволочных метелок или рамок на шестах, установленных на крышах. Все эти антенны носят название наружных, так как они находятся снаружи зданий. Некоторые радиолюбители и радиослушатели располагают свои антенны внутри зданий. Такие антенны носят название комнатных или внутренних. Наружные антенны по своим качествам лучше внутренних.

Тебе, начинающему радиолюбителю, рекомендуем строить наружную Г-образную антенну. Так называют ее потому, что она напоминает своим видом букву Г.

Но прежде чем сооружать наружную антенну, советуем устроить заземление. Дело в том, что под действием разрядов молнии, происходящих в атмосфере, в проводе антенны могут возникать электрические заряды. Иногда они могут быть значительными, ощутимыми при прикосновении к проводу. Соединяя же провод антенны с землей, ты будешь отводить заряды в землю.

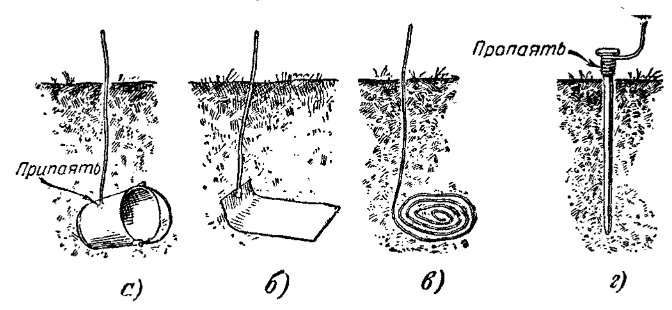


Рис. 18. Различные способы устройства заземления.

УСТРОЙСТВО ЗАЗЕМЛЕНИЯ

Около самого дома, возможно ближе к окну, через которое предполагаешь вводить провода заземления и антенны, вырой яму глубиной не меньше 1—1,5 *м*. Чем суше почва, тем глубже должна быть яма. Желательно рыть яму до такой глубины, где земля всегда сохраняет влагу. В яму уложи какой-нибудь металлический предмет, например старое, но не заржавевшее ведро (рис. 18,*а*), лист жести или оцинкованного железа (рис. 18,*б*) размером примерно 50×100 *см*, предварительно припаяв к нему кусок длинной проволоки. Если нет листа железа подходящего размера, в яму можно положить несколько листов железа меньшего размера, имеющих вместе такую же площадь. Тогда к каждому листу припаяй по куску проволоки и затем спаяй их вместе.

Можно в яму уложить моток голой проволоки (рис. 18,*в*) толщиной не менее 1 *мм*. В мотке должно быть несколько десятков метров проволоки.

После того как в яму уложишь металлический предмет или моток проволоки, засыпь ее землей, но осторожно, чтобы не перебить лопатой провод, выходящий из ямы. Засыпку производи небольшими слоями, тщательно утрамбовывая каждый слой.

Хорошее заземление можно сделать из отрезка старой водопроводной или газовой трубы длиной 1—1$^1/_2$ *м* (рис. 18,*г*). Один конец трубы сплющивается или заостряется, а к другому концу припаивается проволока, предназначенная для ввода в дом. Сплющенным концом труба забивается в землю. Если забить несколько таких труб, то получится очень хорошее заземление.

Провод заземления прикрепляется к стене дома скобочками, сделанными из гвоздей или стальной проволоки. Свободный конец провода заземления пропусти в комнату через отверстие, просверленное в раме или в стене. Если у тебя нет бурава для сверления отверстий, пропусти провод через угол окна. Внутри комнаты провод заземления также аккуратно прибей к стене.

Если в доме, где ты живешь, есть водопровод или центральное паровое или водяное

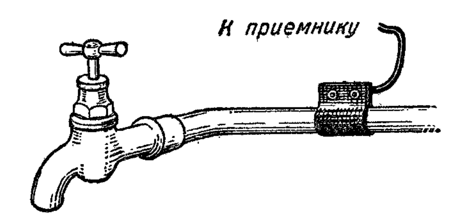


Рис. 19. Водопроводная труба в качестве заземления.

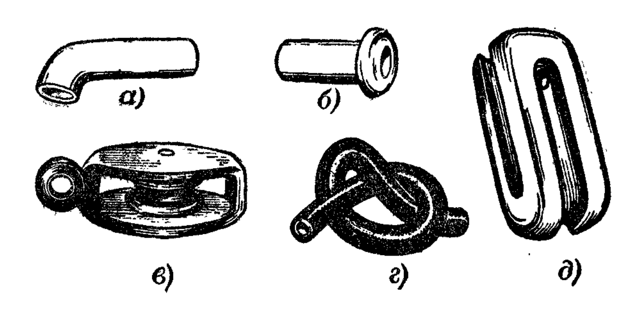


Рис. 21. Некоторые материалы, необходимые для устройства антенны:
а — воронка; *б* — втулка; *в* — блок; *г* — эбонитовая трубка; *д* — изолятор.

отопление, описанные выше земляные работы не нужны, так как эти трубы соединяются с землей. Трубу, по возможности ближе к месту установки приемника, зачисти до блеска напильником. Этот участок трубы туго обмотай концом зачищенного медного провода, который пойдет к приемнику. Надежный контакт провода с трубой можно сделать и с помощью металлического хомутика, как показано на рис. 19.

НАРУЖНАЯ Г-ОБРАЗНАЯ АНТЕННА

Г-образная антенна (рис. 20) состоит из горизонтального (или наклонного) провода длиной 25—50 *м*, подвешенного на высоте не менее 10—15 *м* над землей, и с н и ж е н и я — провода, свисающего вниз, конец которого входит в дом к радиоприемнику. Длина снижения зависит от высоты подвески горизонтальной части антенны. Та часть снижения, которая вводится в дом, называется в в о д о м антенны.

Чем выше над землей будет поднята горизонтальная часть антенны, тем лучше радиоприем.

Для сооружения такой антенны потребуются антенные фарфоровые изоляторы, фарфоровые втулка и воронка, эбонитовая трубка, небольшой блочок, провод и кое-какие другие материалы и детали. Некоторые из этих материалов и деталей показаны на рис. 21. В радиомагазинах продаются специальные наборы, содержащие основные материалы и детали, необходимые для устройства наружных антенн.

Кроме того, нужны шесты для опорных мачт антенны. Они должны быть по возможности прямыми и очищенными от коры и сучьев. Длина и толщина шестов зависят от того, где они будут устанавливаться.

В городах обычно приходится устанавливать две мачты на крышах домов — одну на крыше дома, где ты живешь, а другую на крыше соседнего дома. В сельских местностях часто можно обойтись без установки мачт, используя вместо них высокие деревья. В некоторых случаях приходится устанавливать высокие мачты прямо на земле.

Изоляторы необходимы для предотвращения утечки токов высокой частоты из антенны в землю через мачты или деревья, на которых подвешен ее провод. Вместо антенных изоляторов могут быть использованы фарфоровые ролики, применяемые при комнатной электро-

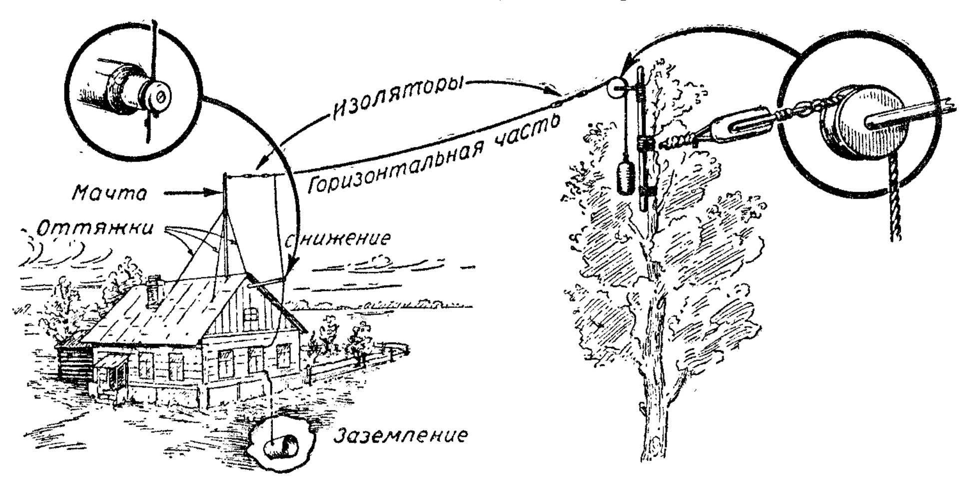


Рис. 20. Г-образная антенна.

проводке, или, в крайнем случае, катушки из-под ниток, проваренные в парафине.

Фарфоровые втулка и воронка нужны для того, чтобы изолировать провод снижения от стены или рамы окна в том месте, где он будет пропускаться в дом. Вместо воронки можно применить втулку и, наоборот, вместо втулки — воронку.

Эбонитовая трубка нужна для той же цели, что воронка и втулка. Она должна входить внутрь втулки и воронки. Вместо эбонитовой трубки можно применить резиновую, линоксиновую или кембриковую трубку.

Блок небольшого диаметра, металлический или фарфоровый, нужен для подвески горизонтальной части антенны. С помощью его легко будет регулировать натяжение антенны.

Для горизонтальной части, снижения и ввода антенны лучше всего применить так называемый антенный канатик — многожильный провод, свитый из тонких медных проволочек, или медную проволоку диаметром 1,5—2 *мм*. В крайнем случае можно использовать для этой цели оцинкованную стальную или железную проволоку толщиной 2—3 *мм*. Проволока тоньше 1,5 *мм* не годится; антенна из нее получится непрочной. Не рекомендуем применять для антенны алюминиевую и латунную проволоку, так как на воздухе она весьма быстро становится хрупкой и обрывается.

Если нет антенного канатика или проволоки подходящего диаметра, но есть в достаточном количестве более тонкий провод (диаметром 0,2—0,4 *мм*), из него можно свить канатик, скрутив вместе 6—8 кусков такого провода.

Горизонтальную часть антенны, снижение и ввод лучше сделать из одного целого куска провода. Если нет провода необходимой длины в одном куске, то соединяемые участки проводов зачищай до блеска, прочно скручивай и обязательно пропаивай.

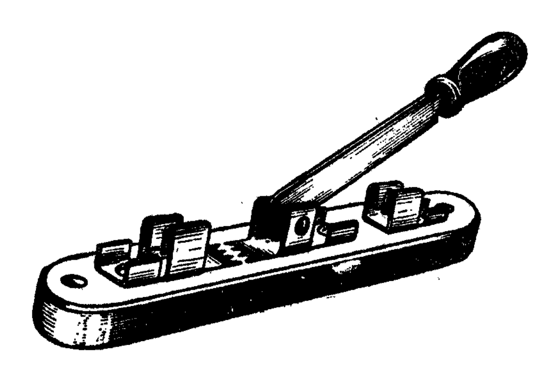


Рис. 22. Грозопереключатель.

Для оборудования ввода антенны потребуется грозовой переключатель — небольшой рубильник (рис. 22), при помощи которого можно заземлять антенну во время грозы, чтобы отводить в землю возникающие в ней электрические заряды.

Грозопереключатели заводского изготовления имеют искровой разрядник — две зубчатые пластинки, между которыми имеется промежуток.

При возникновении в антенне зарядов атмосферного электричества в то время, когда она соединена с приемником, между зубцами разрядника будут проскакивать электрические искры, отводя заряды в землю, минуя приемник.

При устройстве антенны потребуются также стальная проволока диаметром 2—2,5 *мм* для оттяжек мачт, шурупы, железные скобочки для крепления ввода внутри помещения.

Работу по устройству антенны начинай с отыскания места для ее подвески, учитывая возможность использования крыши своего дома, деревьев или других высоких предметов. Близко к крышам домов и над деревьями антенну подвешивать не рекомендуется. Если неподалеку проходят провода электрического освещения, горизонтальная часть антенны должна располагаться по возможности перпендикулярно к ним и подальше от них.

Подвешивать провод антенны над проводами электрического освещения, над телефонными, телеграфными и другими проводами, а также крепить шесты к водосточным, вентиляционным и дымоходным трубам, к телефонным столбам, столбам электрического освещения запрещается.

При выборе деревьев для подвески антенны или высоты мачт руководствуйся прежде всего тем, чтобы расстояние между опорами горизонтального луча антенны было не менее 30 *м*.

Для мачт, устанавливаемых на крышах домов, нужны шесты высотой по 5—8 *м*. Диаметр шестов у основания должен быть не меньше 10—12 *см*, а в вершине 5—8 *см*.

Отступя примерно на 20—30 *см* от вершины, прикрепи к шесту три или четыре проволочные оттяжки длиной несколько больше шеста. Чтобы оттяжки не сползали вниз, прибей их верхние концы к шесту гвоздями. На вершине шеста прочно закрепи блок.

По окружности от места установки мачты, на равном расстоянии друг от друга, вбей в стропила крыши костыли или гвозди для крепления нижних концов оттяжек, а через блок пропусти прочную веревку, а лучше — тонкий многожильный трос. При помощи этой

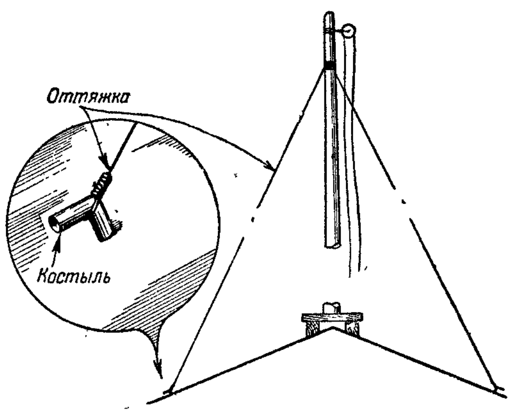


Рис. 23. Крепление мачты антенны на крыше.

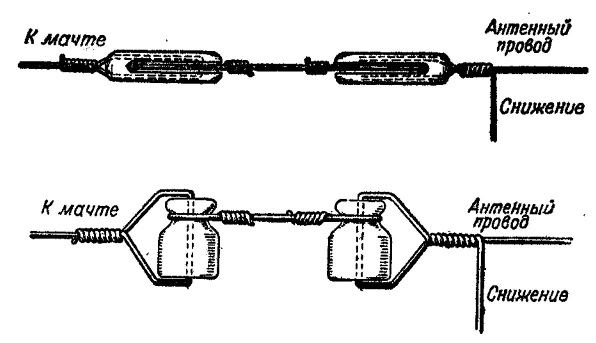


Рис. 24. Цепочка изоляторов.

веревки или отрезка троса ты будешь поднимать горизонтальный луч антенны, а в дальнейшем регулировать его натяжение. До подъема мачты концы веревки временно закрепи на мачте.

При установке мачты на крыше сделай дощатую площадку с гнездом по диаметру мачты (рис. 23).

Выполнив все подготовительные работы, приступай к установке мачты. Эту работу лучше делать вдвоем. Мачта устанавливается строго вертикально, и пока один из вас поддерживает ее в таком положении, другой закрепляет концы оттяжек на костылях, вбитых в крышу. Когда мачта будет надежно закреплена, тщательно заделай повреждения, причиненные крыше. Все места железной крыши, где вбиты гвозди или костыли, хорошенько промажь густым суриком или другой масляной краской, залей смолой, варом или заделай замазкой. На деревянной или толевой крыше эти места нужно залить смолой или гудроном.

Мачта, устанавливаемая на земле, должна быть длиной не менее 10 *м*, диаметром у основания 12—15 *см* и в вершине не менее 4—5 *см*. Чтобы такая мачта стояла надежно и прямо, ее нужно укрепить двумя-тремя рядами оттяжек из стальной проволоки толщиной не менее 3 *мм*. Один ряд оттяжек укрепляй у вершины мачты, а другие на равных расстояниях между основанием и вершиной. Если мачта составлена из двух-трех частей, концы оттяжек обматывай в тех участках, где она сращивается.

Блок для подвески провода крепится так же, как и к мачте, устанавливаемой на крыше дома.

На том месте, где будет ставиться мачта, вырой яму глубиной 0,8—1 *м*. На дно ямы положи кусок доски или несколько камней, которые будут служить опорной подушкой мачты. Вокруг ямы на расстоянии от нее не менее $^1/_3$ высоты мачты и на равных расстояниях друг от друга забей в землю три или четыре кола. Толщина кольев должна быть не менее толщины самой мачты. Для крепления кольев выбирай такие места, где была бы исключена возможность повреждения оттяжек проезжающими автомашинами, подводами. Колья должны быть забиты с наклоном в сторону, противоположную от мачты.

Установить и закрепить мачту попроси помочь нескольких товарищей. Перед подъемом мачту положите на землю так, чтобы ее нижний конец висел над ямой. Приподнимая верхний конец мачты с помощью ухватов, лестницы, одновременно тяните и за оттяжки. Когда же мачта встанет в яму почти вертикально, быстро привяжите оттяжки к кольям. Строго вертикальное положение мачты достигается регулированием натяжения отдельных оттяжек. Яму засыпьте землей с камнями и утрамбуйте.

Если в качестве опоры для антенны будет использоваться дерево, к его стволу надо привязать шест длиной 3—4 *м* с блоком на конце (рис. 20).

Для подвески провода горизонтального луча антенны заготовь две цепочки изоляторов; в каждой из них должно быть не менее чем по два изолятора. На рис. 24 показано, как надо связывать изоляторы в цепочку.

Конец одной из цепочек изоляторов привяжи к наружному концу мотка антенного канатика. Другой конец этой цепочки прочно привяжи к веревке (тросу), перекинутой через блок на мачте, установленной на соседнем доме или другой отдаленной опоре — дереве, мачте. После этого приступай к размотке канатика, двигаясь по направлению к своему дому. Разматывать моток провода следует, вращая его, как показано на рис. 25,*а*, не допуская образования петель на нем и перегибов. Нельзя разматывать провод, бросив мо-

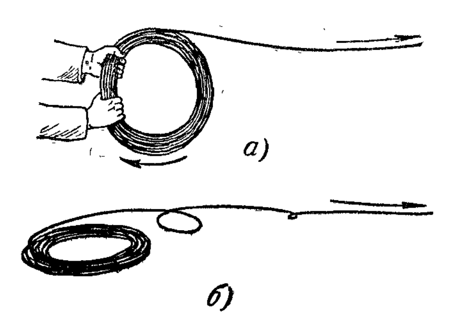


Рис. 25. Размотка провода.

ток на землю (рис. 25,*б*), так как в этом случае на нем обязательно будут образовываться петли и, кроме того, провод запутается.

Конец размотанного провода пропусти в отверстие изолятора второй заготовленной цепочки и протаскивай его до тех пор, пока останется непродернутым кусок провода, равный длине горизонтальной части антенны. Другой изолятор этой цепочки привяжи к веревке, перекинутый через блок мачты, установленной на крыше своего дома. Часть провода, продернутая через изолятор, будет являться снижением; ее временно соедини с заземлением. Антенный провод можно закрепить на изоляторе, обвернув несколько раз участок снижения вокруг будущего горизонтального луча (рис. 24), либо при помощи отдельного куска провода.

Не рекомендуем обрезать продернутый через изолятор провод, а затем прикручивать его к горизонтальной части антенны. Если для снижения приходится использовать отдельный кусок провода, место его скрутки с горизонтальным проводом обязательно пропаяй. Подъем антенны производится при помощи веревок, перекинутых через блоки мачт. Когда горизонтальная часть антенны будет поднята, свободные концы веревок или тросиков привяжи к гвоздям, вбитым в мачты.

Если провод снижения будет соприкасаться с краем крыши или другими частями дома, укрепи на стене или на краю крыши шест с роликом. К ролику привяжи провод снижения (рис. 20).

Если в качестве одной опоры антенны будет использовано дерево, свободный конец веревки, пропущенный через блок, привязывать к стволу дерева не следует — во время ветра качающееся дерево может оборвать провод антенны. К концу веревки надо привязать какой-нибудь груз, например камень. Подбирая вес этого груза, легко добиться необходимого натяжения антенного провода.

Вообще сильно натягивать антенный провод не следует, так как зимой на морозе его длина заметно уменьшается, провод натягивается сильнее и может оборваться. От сильных ветров, при обледенении, а также в жаркие летние дни провод растягивается, удлиняется. С помощью веревок, перекинутых через блоки мачт, натяжение антенны можно регулировать.

ОДНОМАЧТОВЫЕ АНТЕННЫ

Наружная Г-образная антенна требует двух точек для ее подвеса. Особенно затруднительно бывает устанавливать две мачты в больших городах. В таких случаях можно соорудить антенну с одной мачтой.

Устройство одной из таких антенн показано на рис. 26. В ней провод длиною 30—50 *м* намотан на фарфоровых роликах, привинченных к крестообразной раме, сбитой из брусков сечением примерно 30×50 *мм*. Длина брусков около 1 *м*. Ролики располагаются на расстоянии друг от друга 2—3 *см*. Рама прибивается к мачте, которая устанавливается на крыше.

Намотка провода на ролики начинается от середины рамы. Начало провода крепится на ролике. После намотки провод закрепляется также на ролике. Оставшийся свободный конец провода служит снижением.

Другая антенна — «метелка», показанная на рис. 27, состоит из 80—100 отрезков голой проволоки толщиной 1,0—1,5 *мм* и длиной по 40—50 *см*. Все эти отрезки зачищены с одного конца и туго стянуты концом провода, предназначенным для снижения. Нижнюю часть «метелки» желательно залить расплавленным оловом или свинцом, чтобы обеспечить надеж-

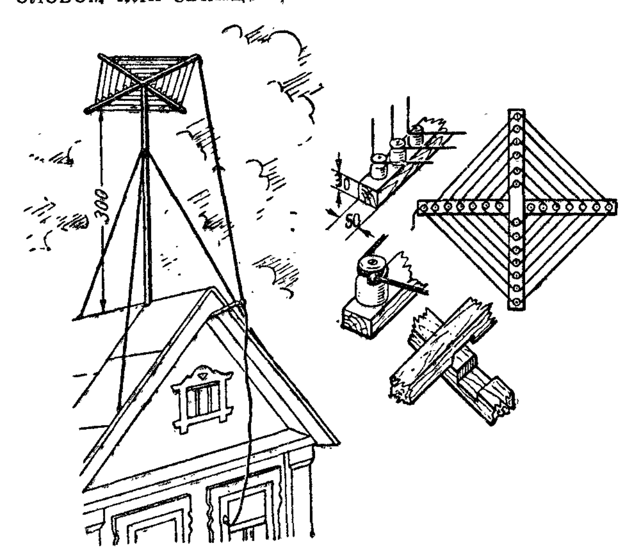


Рис. 26. Рамочная антенна.

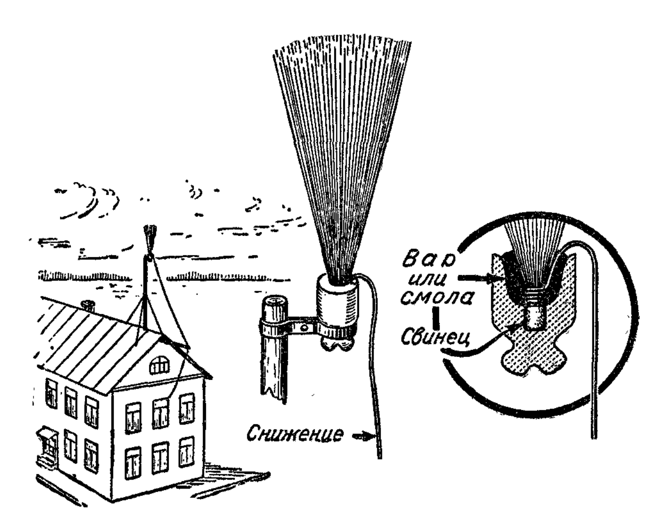


Рис. 27. Антенна «метелка».

ное соединение между отдельными ее прутками. Пучок прутков вставлен в отверстие большого фарфорового изолятора, предназначенного для уличной электропроводки, а затем залит варом или смолой. Свободные концы прутков расправляют наподобие метлы. Изолятор крепится к мачте железным хомутиком или проволокой.

Изолятор можно заменить толстостенным фарфоровым или стеклянным стаканом подходящего диаметра.

ВВОД АНТЕННЫ И ЗАЗЕМЛЕНИЯ

Провода снижения наружной антенны и заземления вводятся внутрь комнаты через отверстия, просверленные в стене, оконной колоде или в раме окна. Через те части окна, которые открываются, вводить провода не следует. Отверстия сверлятся с небольшим наклоном в сторону улицы, чтобы через них не могла затекать в комнату дождевая вода. Возможно ближе к этим отверстиям на стене крепится грозовой переключатель. Устройство антенного ввода и оборудование грозопереключателя показаны на рис. 28. В отверстие антенного ввода с наружной стороны стены вставь воронку, а с внутренней стороны — втулку. В них вставь эбонитовую трубку, а через трубку пропусти конец снижения.

Ввод заземления делай без воронки и эбонитовой трубки, только со стороны комнаты вставь в отверстие втулочку, чтобы не испортить внешнего вида стены. В случае затруднения с приобретением фарфоровых втулок и воронок для изоляции ввода антенного снижения можно обойтись одной резиновой трубкой.

Провод ввода антенны укрепи на роликах. На конце провода сделай петельку и закрепи ее под верхний зажим грозопереключателя. Ввод заземления прибей к стене проволочными скобочками. На его конце тоже сделай петельку и прочно соедини ее с зажимом перекидного ножа грозопереключателя.

Далее заготовь два куска изолированного провода такой длины, чтобы ими можно было соединить грозопереключатель с приемником. Подойдет любой гибкий провод, хотя бы применяемый для проводки электроосвещения.

Концы проводов зачисти от изоляции на длину 10—15 *мм* и сделай на них петельки. Один провод закрепи под нижний свободный зажим грозопереключателя, а другой провод — под его верхний зажим (с которым соединен ввод антенны). Свободные концы этих проводов будут подключаться к приемнику.

КАК ПОЛЬЗОВАТЬСЯ ГРОЗОПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЕМ

Когда приемником не пользуются, антенна должна быть заземлена. В это время нож грозопереключателя должен быть установлен в верхнее положение. Перед тем как начать слушать радиопередачи, нож грозопереключателя перекидывается вниз. При этом заземление подключается к приемнику. По окончании радиоприема нож грозопереключателя снова перекидывается в верхнее положение.

В тех случаях, когда во время радиоприема в телефонных трубках или громкоговорителе появляются сильные трески, являющиеся признаком приближения грозы, прием надо прекратить, а антенну заземлить. Приемник при этом перестает работать, а создающиеся в антенне заряды уходят в землю, не причиняя вреда ни приемнику, ни слушателю.

Этих предосторожностей вполне достаточно, чтобы не иметь неприятностей от антенны во время грозы.

Постоянно следи за тем, чтобы искровой промежуток грозопереключателя не был за-

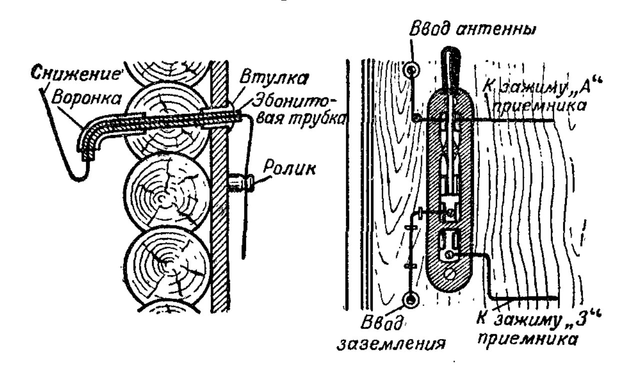


Рис. 28. Устройство антенного ввода и установка грозового переключателя.

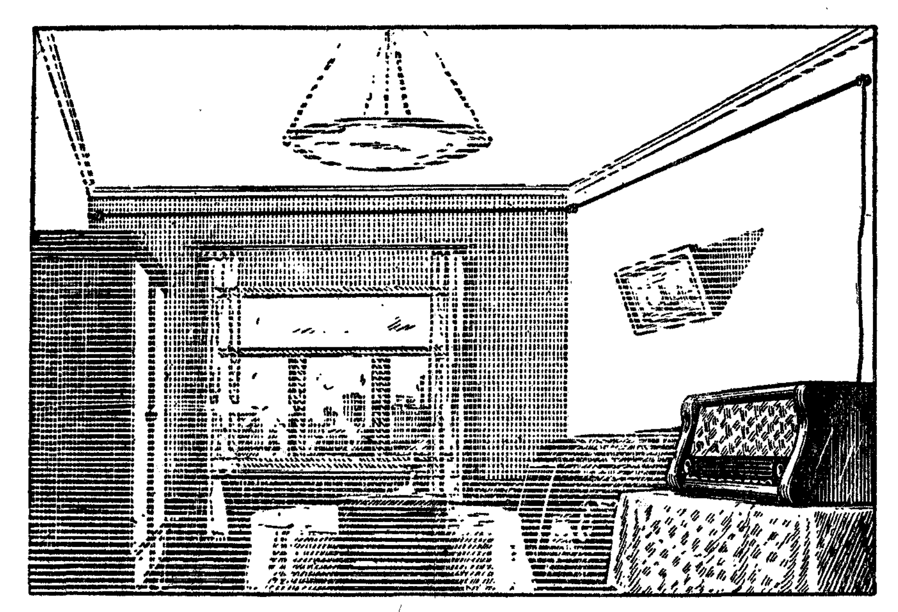


Рис. 29. Устройство комнатной антенны.

грязнен, чтобы между его зубчиками пластинок не было соединения. Иначе радиоприем будет слабый или вообще приема не будет.

КОМНАТНЫЕ АНТЕННЫ

Для ламповых приемников, обладающих более высокой чувствительностью, чем детекторные, а иногда и для детекторных приемников, если радиовещательная станция находится недалеко, можно использовать комнатную антенну. Для ее устройства нужно в углах комнаты под потолком привернуть фарфоровые ролики и натянуть между ними изолированный или голый провод (рис. 29). Его можно протянуть вдоль одной, двух, трех или всех четырех стен комнаты. Один из концов провода спусти вниз, к приемнику.

Такая антенна будет тем лучше, чем длиннее ее провод и чем выше над землей находится комната.

Можно сделать спиральную комнатную антенну (рис. 30). Она представляет собой изолированный или голый провод длиной в несколько десятков метров, свитый в спираль. Она подвешивается на шнуре между двумя стенами комнаты. Снижение к радиоприемнику можно сделать от любого конца или витка спирали.

Грозопереключатели для комнатных антенн не нужны.

ЗАМЕНИТЕЛИ АНТЕНН

Не только в антенных проводах, но и во всех проводниках радиоволны возбуждают токи высокой частоты. Они возбуждаются в проводах электрического освещения и телефонов, в железных крышах, в металлических кроватях. Все эти предметы могут быть использованы в качестве антенны, если к ним присоединить кусок провода и подключить его вместо антенны к приемнику. Правда, прием на подобные «заменители антенн» всегда будет слабее, чем на наружную антенну.

Как правило, лучший прием получается на электрические провода, если они подвешены на столбах в открытой, не гористой и не лесистой местности. Хорошие результаты получаются и при приеме «на крышу».

К электрическим проводам, используемым в качестве антенны, приемник должен присоединяться только через **разделительный конденсатор**. В качестве такового можно применить слюдяной конденсатор емкостью 300—500 пикофарад. Один его вывод припаяй к однополюсной вилке. Ее ты будешь вставлять в гнездо штепсельной розетки (рис. 31). Ко второму выводу конденсатора припаяй кусок изолированного провода; его свободный конец будет подключаться к приемнику вместо антенны. Места паек обмотай изоляционной лентой.

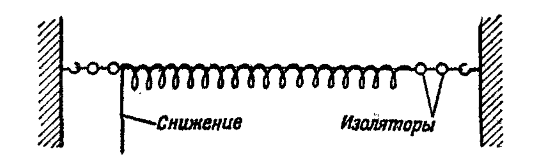


Рис. 30. Устройство спиральной комнатной антенны.

В какое из гнезд штепсельной розетки включать конденсатор, нужно установить опытным путем. Иногда от этого зависит громкость работы приемника.

Зачем нужен этот конденсатор? Может быть можно обойтись без него? Нет! Без конденсатора использовать электросеть вместо антенны нельзя! И вот почему. В сети течет ток сравнительно высокого напряжения. Это напряжение существует как между двумя проводами сети, так и между каждым из проводов и землей. Если приемник прямо соединить проводом с гнездом штепсельной розетки, через приемник в землю пойдет ток и приемник может испортиться. Слушатель при этом может получить электрический удар. Конденсатор избавляет от этих неприятностей.

Когда приемником не пользуются, разделительный конденсатор рекомендуется отключать от осветительной сети.

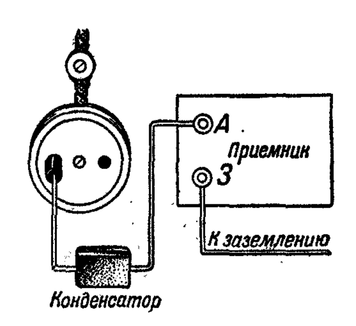


Рис. 31. Включение радиоприемника в электросеть через разделительный конденсатор.

ПОХОДНЫЕ АНТЕННА И ЗАЗЕМЛЕНИЕ

В походных условиях можно сделать временную антенну. Для этого нужно подвесить кусок провода на какой-нибудь высокий предмет, например на дерево, и присоединить конец этого провода к приемнику. Провод надо забросить на наиболее высокую ветку дерева, пользуясь веревкой с грузиком. За спустившийся под тяжестью грузика конец веревки антенный провод подтягивают вверх.

Для заземления можно воспользоваться большим гвоздем. Гвоздь забивается в землю и куском проволоки соединяется с приемником.

Если земля сухая, в качестве заземления может служить провод примерно такой же длины, как и провод антенны, растянутый по земле, либо подвешенный над землей на небольшой высоте. Такой провод, заменяющий заземление, называется п р о т и в о в е с о м.

В заключение этой беседы отметим, что на одномачтовые комнатные антенны, а также на всякого рода суррогатные антенны радиоприем бывает хуже, чем на нормальную наружную антенну. Это особенно заметно при приеме на детекторные и простые ламповые радиоприемники.

Беседа седьмая

ПЕРВЫЕ ОПЫТЫ

Путь юного техника к практическому изучению радиотехники всегда начинается с постройки детекторного приемника. Но конструкций детекторных приемников много. Какую из них выбрать для начала? Решение этого вопроса нередко ставит его в весьма затруднительное положение. Начинаются поиски описания приемников, расспросы товарищей. Одни советуют одно, другие — другое.

Нередко начинающий радиолюбитель собирает свой первый радиоприемник по первому попавшемуся описанию, подчас не вполне понимая, что он делает. В результате он допускает ошибки и приемник не работает. «Надо переделать», — решает юный конструктор. Переделывает приемник заново. Но он продолжает молчать.

Чтобы этого с тобой не случилось, проведи для начала несколько опытов.

Детекторные приемники обычно собирают в ящичках или на дощечках, называемых панелями. Такие радиоприемники потом будешь строить и ты. Сейчас же займемся сборкой детекторных приемников в развернутом виде. Детали при этом понадобятся те же, что и для обычных приемников, и работать они будут так же, но их схемы будут лежать на столе. Такие схемы называются «летучими схемами». Главное достоинство этих схем заключается в том, что в них легко делать любые измене-

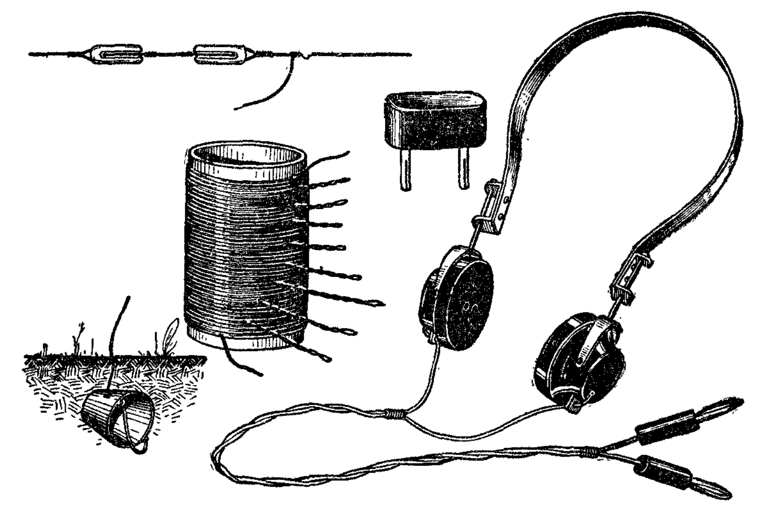


Рис. 32. Основные детали и устройства, необходимые для опытов.

(об их устройстве мы расскажем в следующих беседах).

Наши опыты будут успешными, если все детали будут вполне доброкачественными. Проверить качество телефона и детектора можно на работающем приемнике в доме пионеров или у товарища-радиолюбителя.

ния и исправлять ошибки простым пересоединением проводников.

Проведенные опыты помогут тебе понять устройство и принцип работы нескольких схем детекторных приемников, получить первые практические навыки и уверенно приступить к конструированию таких приемников.

ЧТО НУЖНО ДЛЯ ОПЫТОВ

Все основные устройства и детали, необходимые для опытов, изображены на рис. 32. Слева вверху показана антенна, внизу — заземление. Под антенной — катушка индуктивности. С ее помощью мы будем настраивать приемник на волну радиостанции.

Рядом с катушкой — детектор — приборчик, с помощью которого модулированные колебания высокой частоты будут превращаться в колебания звуковой частоты. По внешнему виду он похож на штепсельную вилку. Существуют детекторы и других видов, и любой из них может быть использован для наших опытов. Справа от детектора показаны телефонные трубки или, как их иногда называют, «радионаушники». Кроме того, нам потребуется конденсатор постоянной емкости 1 000—2 000 *пф*[1]. Нужны будут также два зажима, две колодочки со штепсельными гнездами и некоторые другие детали.

Катушку индуктивности ты сделаешь сам. Телефонные трубки надо купить. Детектор, конденсатор, зажимы и колодочки с гнездами можно купить готовыми или сделать самому

ИЗГОТОВЛЕНИЕ КАТУШКИ ИНДУКТИВНОСТИ

Катушка индуктивности, которую тебе предстоит изготовить, показана на рис. 33. Она будет использована не только для опытов, но и в детекторных и простых ламповых приемниках, которые ты будешь строить. Поэтому делай ее прочно и аккуратно.

Каркас катушки склей из картона, лучше всего из тонкого глянцевитого картона (его называют электротехническим картоном или прессшпаном) или из нескольких слоев плотной бумаги. Каркас должен иметь диаметр 65—75 *мм*, быть жестким, чтобы не мяться и не коробиться при намотке катушки. На него нужно будет намотать 250 витков медного провода диаметром 0,3—0,5 *мм* в эмалевой, хлопчатобумажной или какой-либо другой изоляции. Очень важно, чтобы изоляция провода была не попорченной, иначе между витками может возникнуть замыкание, что ухудшит работу приемника.

Высота (длина) каркаса зависит от толщины имеющегося провода: чем толще провод, тем длиннее должен быть каркас. Каркас нужно изготовить такой длины, чтобы на

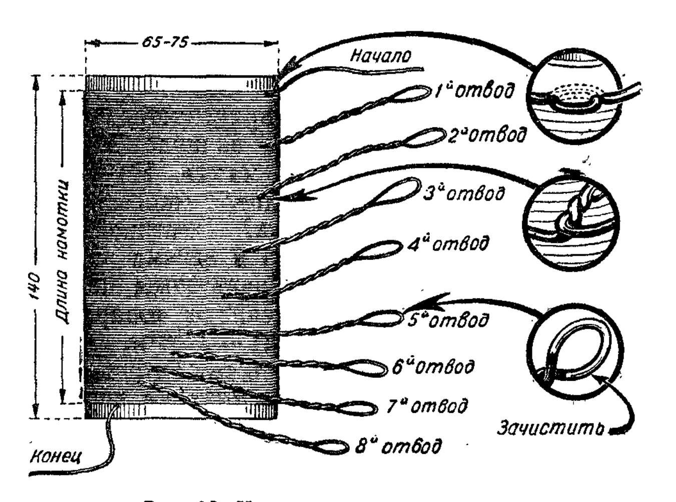


Рис. 33. Катушка индуктивности.

[1] В дальнейшем вместо длинного слова «пикофарад» мы будем всегда писать его сокращенное обозначение *пф*.

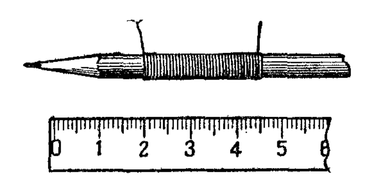


Рис. 34. Определение длины намотки провода.

нем уложилось 250 витков провода и чтобы по его краям оставались свободные от намотки участки по 10—12 *мм*. На рис. 33 указана длина каркаса для катушки, намотанной проводом в эмалевой изоляции диаметром 0,5 *мм* (ПЭЛ 0,5). Если у тебя будет более тонкий провод, например диаметром 0,3 *мм*, длина каркаса должна быть около 100 *мм*.

Прежде чем заготавливать выкройку каркаса, советуем подсчитать, какую длину займет провод. Это особенно необходимо сделать, если не знаешь диаметр имеющегося у тебя провода. Для этого намотай на карандаш плотно друг к другу 25 витков провода и измерь линейкой занятую ими длину (рис. 34). Чтобы узнать, сколько места займут 250 витков, полученное число миллиметров умножь на 10. Прибавь 20—25 *мм*, необходимых для свободных от намотки краев каркаса. Получится требуемая длина каркаса в миллиметрах.

Для склейки каркаса можно использовать любой клей: марки БФ-2 (продается в магазинах хозтоваров), казеиновый, столярный, декстриновый, конторский.

Чтобы каркас имел правильную цилиндрическую форму, склеивай его на круглой деревянной болванке или бутылке подходящего диаметра. Болванку оберни одним-двумя слоями тонкой бумаги, чтобы к ней не приклеился готовый каркас. Способ склейки каркаса показан на рис. 35. Заготовь из картона полоску, ширина которой равна длине каркаса. Длина этой полоски должна быть такой, чтобы ею можно было обернуть болванку три-четыре раза. Болванку закатай в полоску на один оборот. Оставшуюся часть полоски намажь тонким и ровным слоем клея, а затем плотно закатай в нее болванку. Чтобы слои картона (бумаги) хорошо склеивались, каркас оберни несколькими слоями бумаги и сверху обмотай веревкой или тряпичными полосками. Каркас должен сохнуть на болванке в теплом месте примерно сутки. По истечении этого времени освободи каркас от стягивающих веревок и бумаги, подрежь его края острым ножом и осторожно сними с болванки. Если каркас не совсем просох, его необходимо досушить, чтобы он стал совершенно жестким.

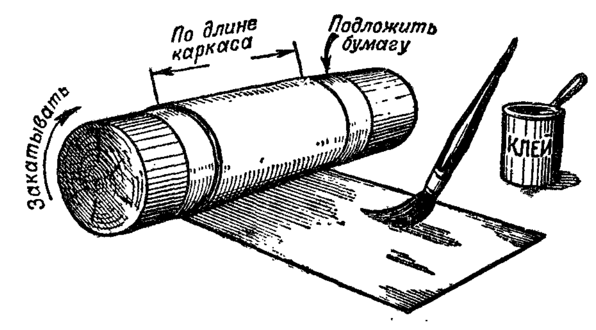


Рис. 35. Изготовление каркаса из тонкого картона.

Таким же способом склеивают каркас из более толстого картона, но только не в четыре, а в два слоя. Перед склеиванием на концах картонной полоски нужно сделать острым ножом скосы (рис. 36), чтобы после склейки на каркасе не получилось заметного рубца.

Готовый каркас зачисти мелкой шкуркой. Теперь можно приступить к намотке катушки.

Отступя от края на 10—12 *мм*, сделай в каркасе шилом два прокола и закрепи в них конец провода, как показано на рис. 33. Это будет начало катушки. Намотав на каркас ровным плотным рядом 50 витков, сделай первый отвод. Для этого, не обрывая провода, сделай петлю длиной 120—150 *мм* и скрути ее. Более прочное крепление отвода можно сделать путем пропускания петли через два прокола (так же как закреплен конец провода в начале намотки). Затем намотай в ту же сторону еще 50 витков и сделай второй отвод. Следующие отводы делай от 150 и 200-го витка, т. е. через каждые 50 витков. Начиная с 200-го витка, отводы нужно делать через каждые 10 витков, т. е. от 210, 220, 230 и 240-го витков. Последний, т. е. 250-й виток, закрепи так же, как и начало катушки. Это будет конец катушки.

Петли отводов, а также начало и конец катушки зачисти от изоляции примерно на 10—15 *мм*. Делай это осторожно, чтобы не порвать провод.

Ты изготовил ц и л и н д р и ч е с к у ю о д н о с л о й н у ю к а т у ш к у с восемью отводами. Ряды витков между отводами, меж-

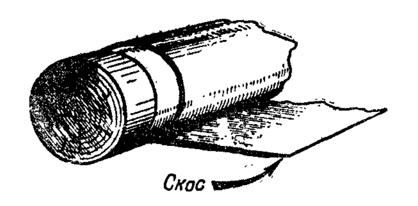


Рис. 36. Изготовление каркаса из толстого картона.



Правильно



Неправильно

Рис. 37. Соединяемые концы проводов зачищают и скручивают.

ду отводом и началом, а также между отводом и концом называют секциями катушки. В твоей катушке получилось четыре секции по 50 витков и пять секций по 10 витков.

Кроме того, нам будет нужна еще катушка диаметром 45—50 *мм*. Она должна входить и свободно поворачиваться внутри первой катушки. Всего она должна иметь 60—70 витков такого же провода без отводов. Изготовление этой катушки ничем не отличается от изготовления первой.

Готовые катушки внимательно осмотри. Если где-либо обнаружишь попорченную изоляцию, раздвинь витки и залей их лаком.

Бывает, что во время намотки провод оборвется или одного мотка не хватает на всю катушку. В этом случае провод приходится наращивать. Концы провода, которые нужно соединить, должны быть очищены от изоляции и крепко скручены (рис. 37). Скрутку желательно пропаять и обязательно обмотать ниткой так, чтобы сквозь нее не было видно металла. Ниточную обмотку промажь клеем БФ-2 или лаком. Если соединение приходится около отвода, то лучше не жалеть несколько витков провода и сделать его в петле.

ПЕРВЫЙ ОПЫТ

Для этого опыта нам нужны большая катушка, детектор, телефонные трубки и, конечно, антенна и заземление.

Соединение деталей делай кусочками провода длиной по 150—200 *мм*. Начало катушки *Н* (рис. 38) соедини с любой ножкой детектора, а конец катушки *К* — с одной из контактных ножек шнура телефонных трубок. Оставшиеся свободными ножки детектора и телефона соедини между собой.

К проводнику, идущему от начала катушки к детектору, прочно прикрути провод, идущий от антенны, предварительно зачистив его от изоляции. Этот проводник мы будем называть антенным. Во время опытов его придется переключать от одного вывода катушки к другому, не изменяя при этом соединение антенны с детектором.

К проводнику, соединяющему конец катушки с телефоном, присоедини заземление. Будем называть его заземленным проводником.

Теперь давай совершим «прогулку» по цепям получившегося приемника. От начала катушки *Н* по антенному проводнику мы попадаем к детектору, а от него — к телефонным трубкам. Через них и далее по заземленному проводнику и через все витки катушки приходим к отправной точке *Н*. Получилась замкнутая электрическая цепь, составленная из детектора, телефонных трубок и катушки. Эту цепь называют детекторной цепью. Если в этой цепи где-либо будет обрыв, плохо зачищенный конец соединительного провода, непрочная скрутка, цепь окажется разорванной и приемник работать не будет.

Кратчайший путь из антенны в землю лежит через катушку. По этому пути пойдет ток высокой частоты, возбуждаемый в антенне радиоволнами. Этот ток создаст на концах катушки напряжение высокой частоты, которое вызовет ток такой же частоты и в детекторной цепи.

Цепь, состоящую из антенны, катушки и заземления, называют антенной цепью или антенным контуром. Обращаем внимание на то, что катушка входит как в детекторную, так и в антенную цепь.

А теперь, познакомившись со схемой приемника, надень на голову телефонные трубки, прижми их плотнее к ушам, прислушайся. Возможно, что сразу ты ничего не услышишь, даже при заведомо хороших и проверенных детекторе и телефоне. Это потому, что приемник не настроен на радиовещательную станцию, хорошо слышимую в вашем районе.

Настройка нашего опытного приемника осуществляется изменением числа витков катушки, включенной в антенный контур.

На рис. 38 в этот контур включены все 250 витков катушки. Но если антенный про-

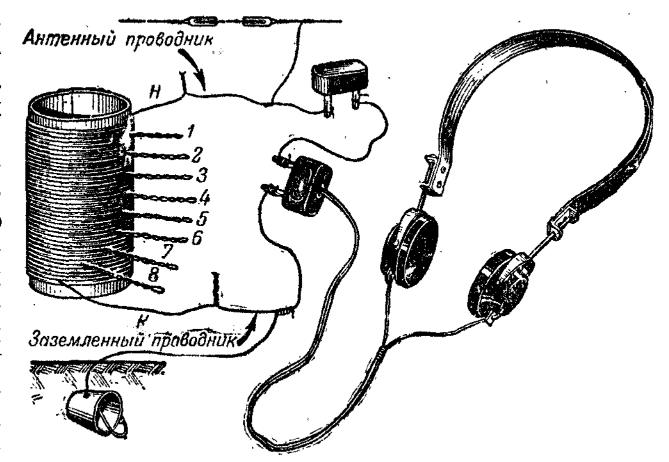


Рис. 38. Соединение деталей для первого опыта.

водник отсоединить от начала катушки и присоединить его, например, к первому отводу, то в контур будет включено уже не 250, а 200 витков. Если же этот проводник переключить на отвод *3*, в контур будет включено 100 витков. При переключении его на четвертый отвод в антенный контур будет включено 50 витков. При этом верхние секции, не включенные в контур, в работе приемника не участвуют.

Настройка переключением антенного проводника происходит «скачками» по 50 витков. Это — грубая настройка приемника. Более плавная настройка производится «скачками» по 10 витков переключением заземленного провода.

Таким образом, переключением антенного и заземленного проводников мы имеем возможность включать в контур 10, 20, 30, 40 и так до 250 витков через каждый десяток витков. Например, соединив антенный проводник с отводом *1*, а заземленный с отводом *7*, мы включим 180 витков. Чтобы включить в контур 60 витков, нужно антенный проводник подключить к отводу *3*, а заземленный к отводу *5*.

ЗАПОМНИ: ЧЕМ БОЛЬШЕ ДЛИНА ВОЛНЫ РАДИОВЕЩАТЕЛЬНОЙ СТАНЦИИ, НА КОТОРУЮ ТЫ ЖЕЛАЕШЬ НАСТРОИТЬСЯ, ТЕМ БОЛЬШЕЕ ЧИСЛО ВИТКОВ КАТУШКИ ДОЛЖНО БЫТЬ ВКЛЮЧЕНО В АНТЕННЫЙ КОНТУР.

Наш приемник можно настраивать на радиовещательные станции, работающие на волнах длиной примерно от 300 до 2 000 *м*, т. е. на любую радиовещательную станцию длинноволнового и средневолнового диапазонов. Но, разумеется, не всякую станцию ты сможешь услышать. Отдаленные станции на детекторный приемник слышны не будут.

Теперь займись настройкой приемника. Сначала произведи «грубую» настройку путем последовательного переключения антенного проводника от начала катушки *Н* до четвертого отвода. А когда услышишь работу радиостанции, добейся наибольшей громкости приема путем присоединения заземленного проводника сначала к отводу *8*, затем к отводу *7* и так до отвода *5*. Одновременно следи, чтобы отводы катушки и соединительные проводники не соприкасались между собой, а скрутки были прочными. Иначе приемник или работать не будет или в телефонных трубках будут слышны трески, шорохи, мешающие приему. Настроившись на одну станцию, слушай передачу до перерыва и узнай ее наименование и длину волны. Запомни то число вит-

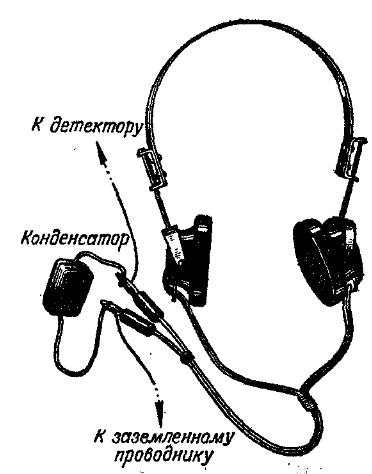


Рис. 39. Параллельно телефонным трубкам присоединен конденсатор.

ков, которое включено. Потом «ищи» таким же путем другую станцию.

Мы надеемся, что ты добился некоторого успеха. Теперь попробуй улучшить работу приемника. Не изменяя настройки приемника, присоедини параллельно телефонным трубкам конденсатор (рис. 39) емкостью 1 000—2 200 *пф*. При этом громкость радиопередачи должна увеличиться. Конденсатор, включаемый параллельно телефонам, называют **блокировочным**.

Если радиовещательные станции расположены далеко от того места, где ты живешь, то блокировочный конденсатор включи в самом начале опыта.

Способ настройки приемника скачкообразным изменением индуктивности катушки очень прост и при приеме местных радиовещательных станций достаточно хорош. Однако индуктивность катушки можно изменять и другими способами.

ВТОРОЙ ОПЫТ

Для удобства проведения этого и следующих опытов укрепи на фанерной дощечке размером 120×50 *мм* две колодочки со штепсельными гнездами и два зажима, соединив их под дощечкой, как показано на рис. 40. Колодочку с гнездами устанавливают на дощечке так: просверливают в ней два отверстия диаметром 6—8 *мм* на расстоянии 20 *мм* между их центрами, вставляют в них «хвосты» штепсельных гнезд и колодочку привинчивают к дощечке шурупами, пропущенными сквозь маленькие отверстия в колодочке. Заметим, что зажимы называют также клеммами. В гнезда вставь ножки шнура телефона и детектор, а к зажимам присоедини антенну и

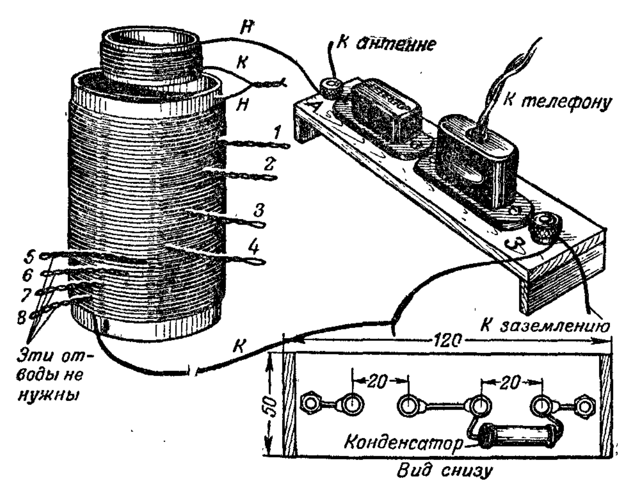


Рис. 40. Соединение деталей для второго опыта.

заземление. Проводник, идущий от конца катушки, соедини с зажимом заземления, а между началом большой катушки и антенным зажимом включи маленькую катушку индуктивности. Отводы *5*, *6*, *7* и *8* нам сейчас не нужны, поэтому отогни их временно в сторону.

Настрой приемник на какую-либо радиовещательную станцию присоединением заземленного проводника к отводу *4*, *3*, *2* или *1* большой катушки. Возможно, что при этом станция будет слышна слабее, чем во время первого опыта, так как настройка на нее не точная.

Помести теперь внутрь большой катушки малую. Можно найти такое ее положение, при котором получается точная настройка на радиостанцию, — громкость будет наибольшей.

Теперь удали малую катушку из большой, переверни на полоборота и введи обратно, но уже другой стороной. Слышимость станции станет слабее, а может быть и совсем пропадет. При таком положении малой катушки попробуй переключить заземленный проводник на другой отвод. Наилучшая громкость теперь будет уже при другом количестве включенных витков большой катушки, чем в предыдущем случае.

Итак, ты убедился, что малая катушка оказывает влияние на настройку приемника. При различных положениях ее витков по отношению к виткам большой катушки получается различная громкость приема. С помощью ее можно не только добиться точной настройки на волну радиостанции, но и перестраиваться с одной станции на другую, если их волны мало отличаются между собой по длине.

Настройку приемников изменением взаимного расположения двух катушек широко используют в радиотехнике. Только обычно не вводят одну катушку в другую, как это мы делали, а с помощью специальной ручки вращают одну катушку внутри другой. Такие приборы, состоящие из двух катушек, называют **вариометрами**.

ТРЕТИЙ ОПЫТ

В этом опыте малая катушка не нужна. Исключи ее из схемы, а начало большой катушки, как в первом опыте, соедини с антенным зажимом.

Теперь нам потребуются две металлические пластинки размером примерно 150×200 *мм* (рис. 41). К краям пластинок прочно присоедини, а лучше припаяй по проводнику длиной 250—300 *мм*. При помощи этих проводников одну пластинку соедини с зажимом антенны, а другую — с зажимом заземления. (Вместо пластинок можно взять две крышки от больших алюминиевых кастрюль.)

Положи пластинки на стол одну около другой, но так, чтобы они не соприкасались и настрой приемник на радиостанцию переключением заземленного проводника. Теперь поднеси заземленную пластинку к пластинке, соединенной с антенной. Если громкость будет увеличиваться, пластинки сближай больше и, наконец, положи одну на другую, проложив между ними лист сухой бумаги (чтобы между пластинками не было контакта). Найди такое их расположение, когда будет точная настройка. Если же при сближении пластин громкость приема будет уменьшаться, переключи заземленный проводник на соседний отвод катушки и вновь сближай пластинки, добиваясь лучшей настройки.

Итак, с помощью двух не соединяющихся между собой пластинок приемник можно настраивать, как и вариометром. Эти две пластинки представляют собой простейший **конденсатор переменной емкости**.

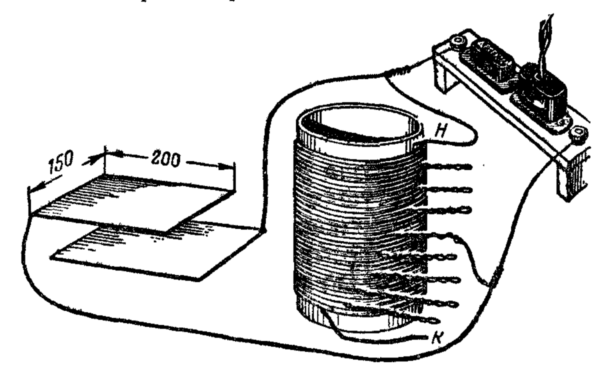


Рис. 41. Соединение деталей для третьего опыта.

В этом опыте грубая настройка осуществлялась переключением секций катушки, а точная — изменением емкости конденсатора.

ЗАПОМНИ: ИНДУКТИВНОСТЬ КАТУШКИ И ЕМКОСТЬ КОНДЕНСАТОРА ПРИ НАСТРОЙКЕ ПРИЕМНИКА НА РАДИОСТАНЦИЮ НАХОДЯТСЯ В ЗАВИСИМОСТИ ДРУГ ОТ ДРУГА. Одну и ту же радиостанцию можно слушать при включении в антенный контур приемника большего числа витков, но при меньшей емкости конденсатора, либо при меньшем числе витков катушки, но при большей емкости конденсатора.

ЕЩЕ НЕСКОЛЬКО ОПЫТОВ

Используя одну большую катушку, настрой приемник любым из знакомых тебе способов и введи внутрь катушки металлическую ложку. Что получилось? Громкость работы приемника немного изменилась — увеличилась или, наоборот, уменьшилась. Введи в катушку еще две-три ложки. Громкость еще больше изменилась. Вынь ложки, и громкость будет прежней.

А теперь, не вынимая ложек из катушки, добейся наибольшей громкости приема переключением секций катушки. Затем медленно вынимай эти ложки из катушки. При этом громкость работы приемника будет плавно изменяться. Опытным путем можно найти такое положение металлического предмета в катушке, когда будет точная настройка.

Проделав этот опыт, можно сделать вывод, что металлический предмет, помещенный в катушку, влияет на настройку приемника. Способ настройки металлом в твоей практике еще встретится, но более совершенный, чем с помощью ложки.

Включи между антенной и приемником конденсатор переменной емкости. При этом ты сможешь настраивать приемник, переключая секции катушки и изменяя емкость конденсатора.

Попробуй настроить приемник на радиостанцию, используя лишь одну малую катушку. Параллельно ей ты можешь подключить конденсаторы различной емкости. Если в вашем районе хорошо слышна одна из средневолновых станций, ты должен ее услышать.

Ты, вероятно, заметил, что когда дотрагиваешься рукой до деталей или проводников, громкость приема немного изменяется. Это явление объясняется расстройкой антенного контура, вносимой в него емкостью твоего тела.

Беседа восьмая

КАК ЧИТАТЬ РАДИОСХЕМЫ

Из проведенных опытов ты получил некоторое представление о работе детекторных радиоприемников по различным схемам. Ты узнал, что детекторные приемники состоят из соединенных между собой деталей, познакомился с названиями этих деталей, научился соединять их между собой, проверять правильность соединений.

Теперь мы расскажем, как изображают в радиотехнике приемники схематически.

ЧТО ТАКОЕ СХЕМА

Соединяя между собой детали приемников, ты пользовался рисунками, на которых катушка, телефон, детектор и другие детали и соединения были показаны так, как они выглядят в натуре. Это очень удобно для начала, пока приходится иметь дело с приемниками, в которые входит мало деталей. Но если бы мы попытались изобразить таким способом устройство современного многолампового приемника, то получилась бы такая «паутина» проводов, в которой невозможно было бы разобраться.

Чтобы этого избежать, любой электроприбор или радиоаппарат изображают схематически, т. е. упрощенным чертежом — схемой.

Подобные способы изображения применяют не только в радиотехнике и электротехнике. Посмотри на географическую карту. Судоходная, могучая красавица река Волга со всеми ее грандиозными сооружениями изображена на карте извивающейся змейкой. Такие крупные города, как Москва, Ленинград, Куй-

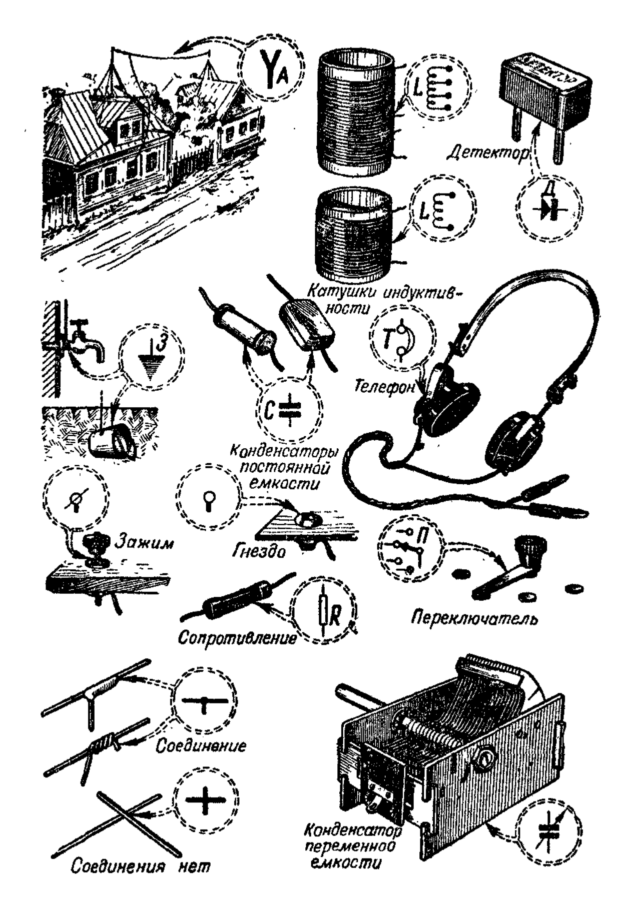


Рис. 42. Как изображают антенну, заземление и детали радиоприемника на схемах.

бышев, Владивосток и другие, показаны кружками. Леса, равнины, горы, моря, каналы изображены на географической карте тоже упрощенно — схематически.

В радиотехнике существует два вида схем: принципиальные и монтажные.

Принципиальная схема условно изображает все детали радиоприемника и порядок их соединения между собой. Но она не дает представления о размерах и размещении деталей.

Монтажная схема радиоприемника в отличие от принципиальной показывает, как расположены в нем детали и соединительные проводники. Изготовляя приемник, радиолюбитель, пользуясь монтажной схемой, располагает детали и проводники так, как это изображено на ней. Но монтаж и проверка правильности всех соединений производятся по принципиальной схеме.

Уметь читать радиосхемы совершенно обязательно для каждого, кто хочет стать радиолюбителем.

КАК ИЗОБРАЖАЮТ ДЕТАЛИ НА СХЕМАХ

На рис. 42 нарисованы некоторые уже знакомые тебе детали и устройства и кое-какие детали, с которыми придется встретиться в дальнейшей работе. Рядом с деталями в кружках показано, как их символически вычерчивают на схемах.

Эти изображения устройств и деталей на принципиальных схемах в большинстве случаев до некоторой степени отображают их устройство. Например, любую катушку индуктивности независимо от числа витков в ней изображают на схеме в виде спирали. Отводы катушек показывают черточками, оканчивающимися точками. Конденсаторы постоянной емкости изображают двумя короткими параллельными толстыми линиями, символизирующими две изолированные друг от друга пластинки. Конденсаторы переменной емкости изображают так же, как и конденсаторы постоянной емкости, ио пересеченными наискось стрелкой.

Гнезда для включения детектора, телефона, антенны или заземления всегда показывают на схемах кружками, а зажимы — такими же кружками, но пересеченными черточкой.

Соединительные проводники обозначают прямыми линиями. Если линии сходятся и в месте их схождения стоит точка, значит проводники соединяются между собой. Отсутствие точки в месте пересечения проводников говорит о том, что они не соединяются.

На принципиальных схемах рядом с символическими изображениями деталей обычно ставят буквы, присвоенные этим деталям или устройствам. Так, например, около изображения антенны ставят букву *А*, около обозначения заземления — букву *З*, около телефона — букву *Т*, около детектора — букву *Д*. Конденсаторы обозначают латинской буквой *C*, сопротивления — латинской буквой *R*, катушки индуктивности — латинской буквой *L*. Если на схеме имеется несколько конденсаторов или катушек, то их нумеруют — рядом с буквой ставят маленькую цифру, например: C_1, C_2, L_1, L_2.

Иногда на схемах не показывают антенну, заземление, телефон и детектор. Тогда буквы *А*, *З*, *Т*, *Д* ставят около зажимов, к которым они присоединяются, или около гнезд, в которые они включаются.

Новой деталью для тебя, изображенной на рис. 42, является переключатель, обозначенный буквой *П*. Переключатель — это устройство, упрощающее управление приемником. Вместо того чтобы при настройке приемника

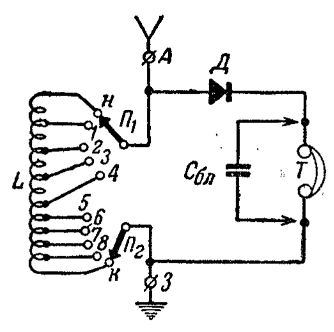


Рис. 43. Принципиальная схема первого приемника.

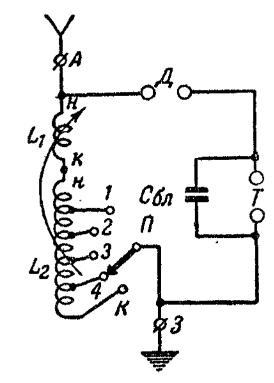


Рис. 44. Принципиальная схема второго приемника.

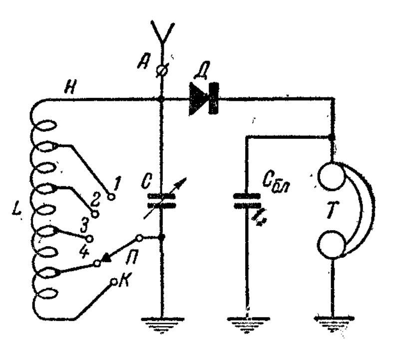


Рис. 45. Принципиальная схема третьего приемника.

раскручивать и скручивать проводники, как это мы делали, проводя опыты, выводы и отводы катушки можно соединить с металлическими контактами, размещенными на панели приемника, и в дальнейшем переключение отводов производить простой перестановкой ползунка переключателя.

Теперь, зная условные обозначения деталей, мы можем все наши опытные приемники начертить схематически.

СХЕМА ПЕРВОГО ПРИЕМНИКА

Принципиальная схема этого приемника показана на рис. 43. Напомним: во время опыта ты настраивал приемник переключением двух проводников: антенного и заземленного. Поэтому в схему введено два переключателя: $П_1$ и $П_2$.

Вспомни нашу «прогулку» по цепям приемника и соверши ее еще раз, но уже по принципиальной схеме. От начала катушки *Н* через ползунок переключателя $П_1$ ты попадаешь к детектору *Д* и через него — к телефонам *Т*. Далее через телефоны по заземленному проводнику через переключатель $П_2$ и все витки катушки *L* к исходной точке. *Н*. Это — детекторная цепь. Для токов высокой частоты путь из антенны в землю идет через зажим *А*, переключатель $П_1$, витки катушки и далее через переключатель $П_2$ и зажим *З*. Это — антенный контур.

Переключатель $П_1$ служит для грубой настройки, а переключатель $П_2$ — для более плавной настройки.

Блокировочный конденсатор $С_{бл}$, как видно из принципиальной схемы, включен параллельно телефонным трубкам.

СХЕМА ВТОРОГО ПРИЕМНИКА

Во время второго опыта ты включил последовательно с большой катушкой малую катушку. При этом получилась схема приемника, показанная на рис. 44. Здесь L_1 — малая катушка и L_2 — большая катушка. Стрелка, пересекающая эти катушки, обозначает, что взаимное их расположение может изменяться. Для грубой настройки ты пересоединял только заземленный проводник и отводы *5—8* при этом были не нужны. Они на схеме и не показаны. Отводы от больших секций катушки присоединены к контактам переключателя *П*.

На схеме нет обозначений детектора и телефона, но есть гнезда с буквами *Д* и *Т*, указывающими, куда они должны включаться.

СХЕМА ТРЕТЬЕГО ПРИЕМНИКА

Третий опыт внес существенное изменение в схему приемника. Мы оставили лишь большую катушку, не использовали отводы от малых секций и конденсатор переменной емкости. Схема такого приемника показана на рис. 45. В ней расположение контактов переключателя *П* осталось таким же, как в схеме предыдущего приемника. Одна пластина конденсатора переменной емкости *С* соединена с антенной, а другая — с заземлением. В таком приемнике грубая настройка на волну радиостанции осуществляется переключателем *П*, а плавная — конденсатором переменной емкости *С*.

Новым в этой схеме является способ изображения соединений деталей приемника с заземлением. Заземленный проводник в этой схеме отсутствует, его заменили несколько условных обозначений заземления. Это говорит о том, что проводники, идущие от телефонных трубок, блокировочного конденсатора, конденсатора переменной емкости и переключателя, соединяются с землей. Такой способ обозначения соединения деталей с землей часто применяют в схемах сложных приемников.

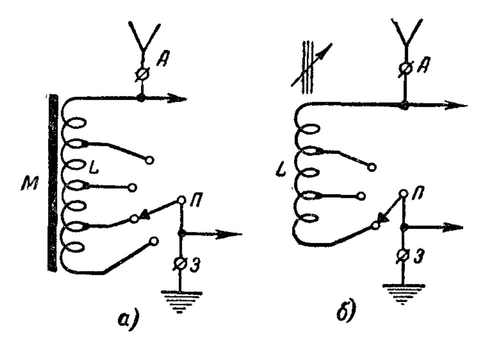


Рис. 46. Схемы настройки приемника.
а — металлической пластиной; *б* — сердечником из специального высокочастотного магнитного материала.

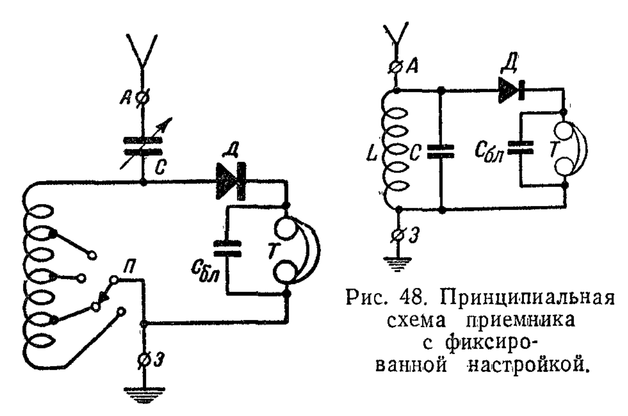


Рис. 47. Принципиальная схема приемника с конденсатором переменной емкости в цепи антенны.

Рис. 48. Принципиальная схема приемника с фиксированной настройкой.

ЕЩЕ НЕСКОЛЬКО СХЕМ

После трех первых опытов мы предлагали попробовать ввести внутрь катушки металлические предметы. Ты убедился, что подобным способом тоже можно настраивать приемник.

Настройку металлом, который не обладает магнитными свойствами, например медью, иногда применяют в простых приемниках. Чаще настройку осуществляют с помощью так называемых в ы с о к о ч а с т о т н ы х м а г н и т н ы х с е р д е ч н и к о в, спрессованных из массы, в которую входят частицы железа. Если настройка производится немагнитным металлом, то его изображают на схеме в виде одной линии около катушки, как показано на рис. 46,*а*. Если же настройка осуществляется высокочастотным сердечником, то применяют обозначение, показанное на рис. 46,*б*.

Мы пробовали также включить в цепь антенны между антенной и приемником конденсатор переменной емкости. Получилась схема, показанная на рис. 47. Здесь грубая настройка на волну радиостанции производится переключателем *П*, а точная — конденсатором переменной емкости *С*.

Затем мы советовали попытаться настроить приемник на средневолновую станцию с помощью малой катушки без отводов, подключая к ней конденсаторы различной емкости. Подобрав соответствующим образом емкость конденсатора, можно было собрать приемник, настроенный на радиостанцию определенной длины волны. Такой приемник называется приемником с ф и к с и р о в а н н о й н а с т р о й к о й. Он всегда готов к приему той станции, на которую он настроен. Принципиальная схема такого приемника показана на рис. 48. В нем число витков катушки и емкость конденсатора постоянны, не изменяются.

В приемниках, схемы которых приведены на рис. 45 и 48, колебательные контуры образуются катушками индуктивности *L* и конденсаторами *С*. Ты вправе задать вопрос: как же работают приемники, схемы которых показаны на рис. 43 и 44, если к их катушкам индуктивности не подключены конденсаторы? Дело в том, что антенна — это проводник, земля — тоже проводник. Эти два проводника подобно двум пластинкам и образуют конденсатор, подключенный к катушке. Следовательно, в наших первых двух опытах в колебательный контур входил конденсатор, образуемый антенной и заземлением.

Беседа девятая

О РАБОЧЕМ УГОЛКЕ И ПАЙКЕ

Дома у тебя должно быть постоянное место, где бы ты, не мешая другим и не портя домашние вещи, мог пилить, строгать, красить, клеить, сверлить — словом, мастерить. Это будет твой рабочий уголок.

Ты, вероятно, уже научился в школе на уроках труда или в кружке «Умелые руки» работать некоторыми столярными и слесарными инструментами. Многому другому тебе еще предстоит научиться, и в первую очередь — паять. Уметь хорошо паять — одно из важнейших условий, обеспечивающих успешную радиолюбительскую работу.

О твоем рабочем уголке и о пайке мы и хотим поговорить в этой беседе.

РАБОЧЕЕ МЕСТО

Чтобы можно было с удобствами столярничать, сделай для своего рабочего уголка верстачную доску по рис. 49. Ее ты можешь положить на обыкновенный стол или скамейку, и она заменит столярный верстак, а когда кончишь работать, ты снимешь ее и спрячешь. Эту доску ты можешь укрепить на столбиках в чулане или в сарайчике, если там собираешься оборудовать свою мастерскую.

Подбери сухую без сучков доску длиной около 1,5 *м*, шириной 25—30 *см* и толщиной 35—40 *мм* и хорошенько выстругай ее, чтобы она стала со всех сторон ровной и гладкой. Чем толще будет доска, тем прочнее и устойчивее получится рабочий верстак. Сырая доска не годится, так как высыхая она будет коробиться и трескаться.

Снизу к доске, вдоль ее ребра, прибей брусок, выпустив его на 10—15 *мм* из-под доски. К правому концу, тоже снизу, прибей отрезок широкой доски, но так, чтобы его волокна располагались не вдоль, а поперек основной доски. Прибитые брусок и отрезок доски образуют упоры, которыми верстачная доска будет удерживаться на краю стола.

На левом конце доски укрепи «ласточкин хвост» — упор для строгания брусков и досок. Он представляет собой дощечку длиной примерно 200 *мм*, шириной 150 *мм* и толщиной 10—12 *мм* с клинообразным вырезом. В него будешь вставлять предмет, который нужно строгать. Укрепляя этот упор, шляпки гвоздей или шурупов утопи поглубже, чтобы не повредить о них железку рубанка или фуганка.

Рядом с «ласточкиным хвостом» к верстачной доске привинти или прибей еще один упор для строгания ребер широких досок. Этот упор — брусочек твердой породы дерева, например бука, дуба, клена, один конец которого спилен наискось. Между ним и ребром верстачной доски образуется клинообразный промежуток, в который вставляется конец обрабатываемой доски. Снизу доска будет удерживаться краем бруска, выступающим из-под верстачной доски.

На другом конце верстачной доски, отступя от края на 120—150 *мм*, сделай вырез глубиной приблизительно на треть доски. В нем ты будешь закреплять клином доску, когда потребуется распилить ее вдоль, простругать ее торец или запилить шипы. В этот вырез можно также зажать две дощечки, когда их надо склеить вместе. Со стороны, противоположной вырезу, прибей отрезок бруска или толстой доски. Это барьер — упор, к которому ты будешь прижимать брусок, дощечку или фанеру, чтобы отпилить конец, свисающий с верстачной доски.

Верстачную доску ты сможешь использо-

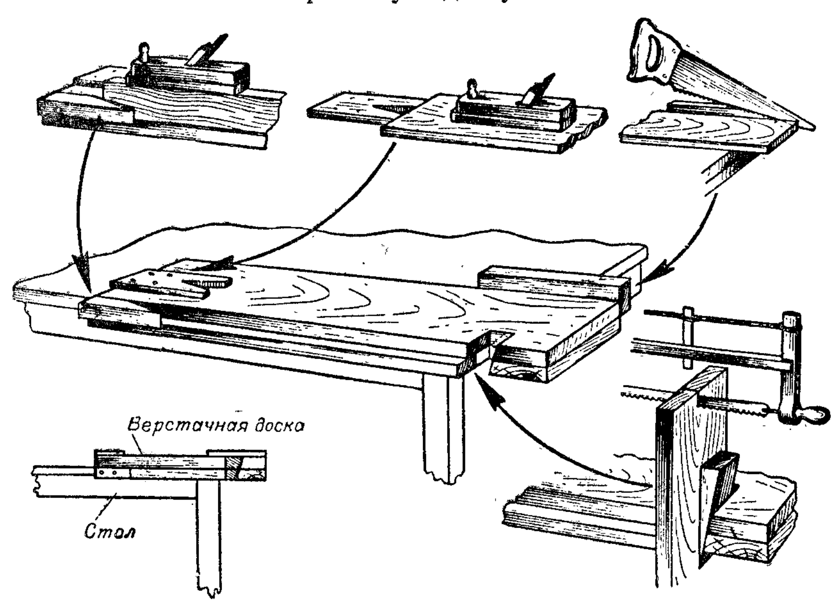


Рис. 49. Верстачная доска.

вать и для слесарных работ, если на это время будешь привертывать к ней настольные тиски и отрезок углового железа.

МОНТАЖНЫЙ СТОЛ

Для монтажа и налаживания приемников подойдет любой стол — письменный, кухонный, обеденный. А чтобы стол не повредить, сделай доску, которую будешь накладывать на него, когда будешь работать. Такая доска, положенная на письменный стол, показана на рис. 50.

Для ее изготовления потребуется лист фанеры толщиной 4—6 *мм* и четыре планки сечением примерно 15×20 *мм*. Вдоль переднего и боковых краев фанеры прибей по планке с таким расчетом, чтобы между этими тремя планками точно вписывалась крышка стола. Этой стороной фанера будет накладываться на стол. Четвертую планку прибей вдоль заднего края фанеры, но с другой, верхней стороны фанеры. У тебя получится щит, который благодаря трем нижним планкам не будет двигаться по столу. Верхняя планка будет служить бортиком.

Если монтажными работами будешь заниматься на большом столе, тогда сделай щиток, который можно было бы положить на угол стола. В этом случае снизу фанеры прибей не три, а две ограничительные планки, а оставшиеся две планки прибей с верхней стороны листа фанеры.

Готовый щит зачисти шкуркой, протрави морилкой или раствором марганцовокислого калия (марганцовкой) и покрой лаком. Его можно покрасить и масляной краской.

На щите, изображенном на рис. 50, в правом углу показана дощечка с двумя штепсельными розетками. Они соединены между собой

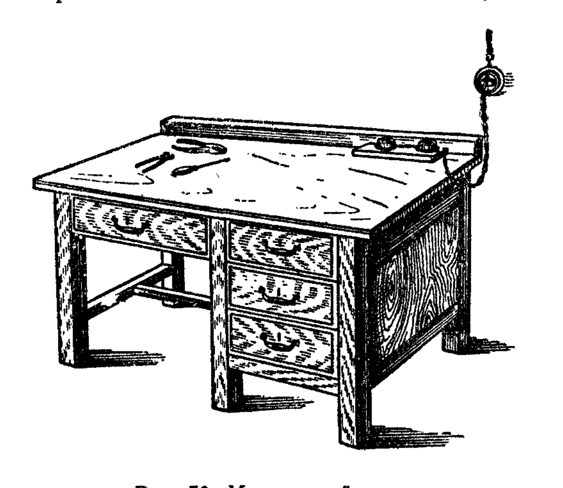


Рис. 50. Монтажный стол.

параллельно и при помощи соединительного шнура включаются в штепсельную розетку электросети. Такую панельку мы рекомендуем сделать для твоего монтажного стола.

Одна розетка нужна будет для включения электропаяльника. Вторую розетку ты можешь использовать для включения настольной лампы. Она потребуется также, когда ты будешь налаживать ламповый приемник. Такая панелька особенно пригодится, если стол, на котором ты будешь мастерить, находится далеко от штепсельной розетки электросети.

Штепсельные розетки на дощечке обязательно должны быть с плавкими предохранителями. Если произойдет случайное замыкание в паяльнике или в испытываемом приемнике, то перегорят предохранители розеток твоего монтажного стола, а не предохранители комнатной электропроводки.

Для хранения инструментов приспособь ящичек.

НАУЧИСЬ ХОРОШО ПАЯТЬ

О важности хороших, надежных электрических контактов между проводниками и деталями радиосхемы мы уже упоминали. Об этом мы напомним еще не один раз, ибо надежные соединения и прочность монтажа схемы обеспечиваются только при помощи пайки.

Основным инструментом для пайки является паяльник — кусок или стержень из красной меди, нагреваемый на огне или электрическим током. Один конец стержня запилен наподобие клина — это рабочая часть или жало паяльника.

Стержень паяльника, предназначенного для нагрева на огне, укреплен на конце железного прутка или отрезка толстой проволоки. Другой конец проволоки изогнут в виде ручки или на него насажена деревянная рукоятка. В зависимости от того, как располагается рабочая часть паяльника по отношению к прутку с ручкой, различают паяльники молотковые (боковые) и торцовые (прямые) (рис. 51). Такие паяльники во время работы нагревают на примусе, керогазе, газовой горелке, в пламени сухого спирта или на раскаленных углях. Непосредственному действию пламени подвергают не весь стержень паяльника, а только его хвостовую часть.

Если ты будешь пользоваться таким паяльником, внимательно следи за тем, чтобы рабочая часть паяльника не коптилась и не грязнилась. Никогда не нагревай его докрасна, иначе жало будет покрываться слоем окислов, без очистки которых пользоваться паяльником нельзя.

Значительно удобнее для работы электри-

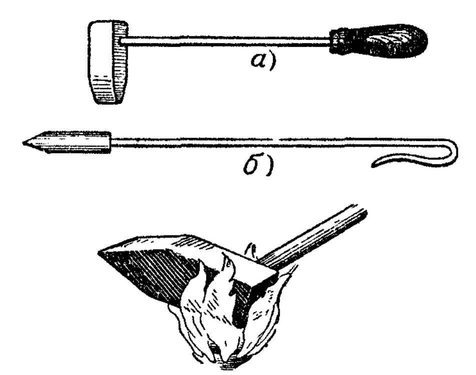


Рис. 51. Простые паяльники.
а — молотковый (боковой); *б* — торцовый (прямой).

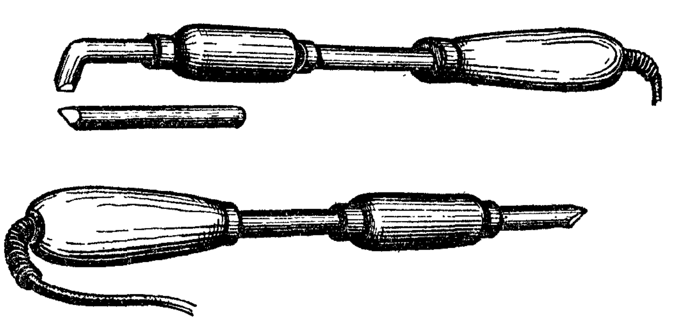


Рис. 52. Электрические паяльники.

ческие паяльники, т. е. нагреваемые электрическим током. Стержень электрического паяльника вставлен в железную трубку. Трубка обернута слюдой. Поверх слюды намотана нихромовая проволока — это нагревательный элемент паяльника. Сверху проволока защищена слоем асбеста и металлическим кожухом. На другой конец трубки насажена деревянная ручка. При помощи вилки на шнуре, соединенном с проволокой нагревательного элемента, паяльник включают в штепсельную розетку электрической сети. Электрический ток раскаляет проволоку, а проволока отдает тепло медному стержню и нагревает его.

Наша промышленность выпускает несколько типов электрических паяльников, рассчитанных на электрические сети переменного и постоянного тока с напряжением 127 и 220 *в*. Напряжение, при котором разрешается применять данный паяльник, указано на его металлическом кожухе.

На рис. 52 показаны две наиболее распространенные конструкции электрических паяльников. Один из них (верхний) имеет два стержня: Г-образный и прямой. При работе, в трубку нагревательного элемента вставляется тот стержень, которым удобнее работать. Второй паяльник снабжен одним более тонким и длинным медным стержнем, который не сменяется. Но основное отличие между этими паяльниками заключается не только в их стержнях: первый паяльник более мощный, им можно паять массивные части приемника и даже запаивать хозяйственно-бытовые вещи, например ведра; второй паяльник менее мощный и предназначен лишь для пайки мелких деталей. Первый стоит немного дороже второго.

Мы рекомендуем приобрести паяльник первой конструкции, так как с его помощью можно не только монтировать радиосхемы, но и запаивать кое-какие домашние вещи.

Для пайки требуются еще **припой** и **флюс**.

Припоями называют легкоплавкие металлические сплавы, с помощью которых производят пайку. Иногда для пайки применяют чистое олово. Оловянная палочка имеет светлую серебристо-матовую поверхность и при изгибе или сжатии плоскогубцами издает хрустящий звук. Но чистое олово сравнительно дорого, поэтому применяют его только для залуживания и пайки посуды, предназначенной для приготовления и хранения пищи.

Для радиомонтажа обычно применяют оловянно-свинцовый припой, представляющий собой сплав олова и свинца. С виду он похож на чистое олово, но менее светлый — матовый. Чем больше в припое свинца, тем он темнее. Однако по прочности спайки оловянно-свинцовый припой не уступает чистому олову. Плавится он при температуре 180—200° С. При пайке удобнее пользоваться кусочком припоя в виде палочки.

Флюсами называют вещества, которые применяются для того, чтобы подготовленные к пайке места деталей или проводников не окислялись во время их прогрева паяльником. Без флюса припой не будет «прилипать» к поверхности металла. Флюсы бывают разные. В мастерских, например, где ремонтируют металлическую посуду, керосинки и другой домашний инвентарь, применяют «паяльную кислоту». Это раствор цинка в соляной кислоте. Для монтажа радиоаппаратуры такой флюс совершенно непригоден, так как при прикосновении к нему паяльника он разбрызгивается и осаждается на деталях приемника, загрязняет монтаж и со временем разрушает пайку. Даже небольшая капелька кислоты, попавшая на тонкий обмоточный провод, через короткий промежуток времени переедает его.

Для радиомонтажа пригодны только такие флюсы, в которых совершенно нет кислоты. Одним из таких флюсов является **кани-**

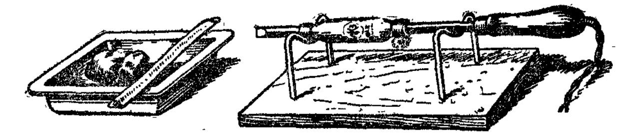


Рис. 53. Приспособления для пайки.

фоль. Если пайка производится в легко доступных местах, используется канифоль в кусочках. В тех случаях, когда трудно добраться до детали с кусочком канифоли, используют густой раствор канифоли в денатурированном или техническом спирте. Чтобы канифоль хорошо растворилась, ее нужно размельчить в порошок и всыпать в спирт. Так как спирт быстро улетучивается, такой флюс следует хранить в пузырьке с притертой пробкой, например из-под одеколона. Спиртово-канифольный флюс наносится на спаиваемые места предметов при помощи тонкой палочки или кисточки.

Рекомендуем для паяльника сделать подставку, а припой и канифоль держать в металлической баночке (рис. 53). Эти простые приспособления создадут необходимые удобства в работе, а паяльник, припой и канифоль будут при этом содержаться в чистоте.

Уметь хорошо паять — это своего рода искусство, которое дается не сразу, а в результате некоторой практики. Секрет прочной и красивой пайки заключается в аккуратности и чистоте: если плохо зачищены проводники, если загрязнен, плохо нагрет или перегрет паяльник, никогда не будет хорошей пайки.

Недостаточно горячий паяльник превращает припой в кашицу, которой паять нельзя. Признаком достаточного прогрева паяльника являются вскипание канифоли и большое выделение дыма при ее соприкосновении с нагретым паяльником. Нормально нагретый паяльник хорошо плавит припой и не окисляется.

Рабочий конец паяльника должен быть всегда горячим и хорошо залужен — покрыт тонким слоем припоя. Залуживают паяльник так. Его разогревают, зачищают жало напильником или наждачной бумагой, опускают в канифоль и прикасаются им к кусочку припоя. После этого жало быстро потирают о дерево, чтобы вся его поверхность покрылась тонким слоем припоя. Если олово не пристает к жалу даже при хорошо прогретом паяльнике, его нужно еще раз зачистить и вновь залудить. Паяльник можно считать хорошо залуженным тогда, когда жало равномерно покрыто слоем припоя и на его кончике при нагреве нависает капелька припоя.

Рабочий конец любого паяльника со временем «выгорает», на нем образуются углубления — раковины. Придать ему правильную форму можно с помощью напильника. Наиболее правильная и удобная форма рабочей части паяльника показана на рис. 54.

Места проводников или деталей, предназначенные для спайки, должны быть зачищены до блеска и залужены. Пайка без залуживания отнимает больше времени и менее надежна. Залуживание проводников удобнее делать так. Зачищенный проводник кладут на кусок канифоли и хорошо прогревают горячим паяльником (рис. 55). Канифоль при этом быстро расплавляется, покрывает поверхность проводника, и припой, имеющийся на паяльнике, по нему растекается. Поворачивая проводник и медленно двигая по нему жало паяльника, легко добиться равномерного покрытия поверхности проводника тонким слоем припоя.

Если при пайке будешь использовать жидкий канифольный флюс, то залуживаемую деталь смачивай этим флюсом при помощи палочки или кисточки, а затем деталь прогревай паяльником до тех пор, пока припой не растечется по ее поверхности.

Чтобы спаять залуженные проводники или детали, их надо плотно прижать друг к другу и к месту их соприкосновения приложить паяльник, на жале которого имеется капелька припоя. Как только место пайки прогреется, припой растечется и заполнит промежуток между деталями. Плавным движением паяльника припой следует равномерно распределить по всему месту спайки, а излишек снять паяльником. После этого паяльник можно удалить — припой быстро затвердеет и прочно скрепит детали между собой. Очень важно,

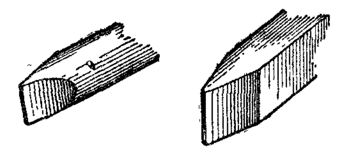


Рис. 54. Правильная форма рабочей части паяльника.

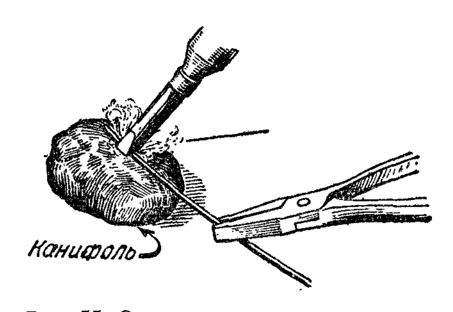


Рис. 55. Залуживание проводника.

чтобы спаянные детали после удаления паяльника не сдвигались с места в течение 5—10 *сек,* пока затвердевает припой. Иначе пайка будет непрочной.

Если невозможно залудить поверхности спаиваемых деталей раздельно, их надо плотно прижать друг к другу, смазать место соприкосновения жидким канифольным флюсом (или поднести к нему кусочек канифоли) и прогреть паяльником, предварительно взяв на него припой. Прогревать следует до тех пор, пока припой не растечется по всему месту спайки.

Запомни: хорошей пайкой можно считать такую, когда припой лежит не комком, а обливает место пайки со всех сторон.

Во время монтажа и налаживания приемника часто приходится спаивать и распаивать проводники, заменять одну деталь другой. Это всегда надо учитывать, применяя в каждом случае наиболее удобные приемы монтажа.

На рис. 56 показано несколько способов соединения проводников и деталей между собой с помощью пайки. В тех случаях, когда нужно срастить два прямолинейных проводника, их концы скручивать не надо, а лишь сложить вместе так, чтобы их поверхности соприкасались на длину не менее чем на 6—8 *мм.* Когда же проводники надо соединить под прямым углом, конец одного проводника надо согнуть, прижать к другому проводнику и в таком виде спаять их.

Не рекомендуется спаивать несколько проводников или деталей в одной точке. В этом случае при необходимости удаления одного из проводников или детали неизбежно рассыплется весь узел спайки.

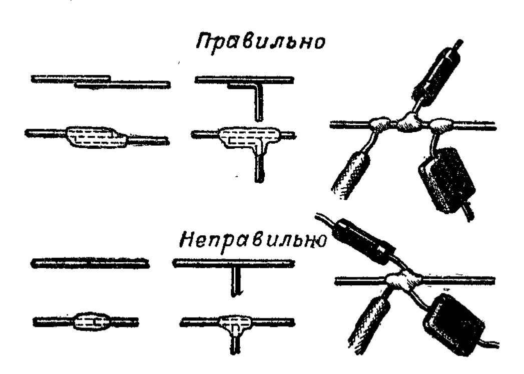


Рис. 56. Способы соединения проводников и деталей пайкой.

Советуем тебе немного потренироваться на пайке отдельных проводников, чтобы получить некоторые навыки и уверенно приступить к монтажу приемников.

Начинающие, еще не имеющие опыта радиолюбители иногда стараются «замазывать» место пайки припоем, а потом удивляются, почему не получается прочного соединения, хотя припоя израсходовано много. Искусство хорошей пайки заключается в том, чтобы сделать пайку при малом расходе припоя. А это достигается хорошо прогретым и залуженным паяльником. Только при этих условиях пайка получается прочной, аккуратной и красивой. На монтаж, выполненный таким образом, приятно смотреть самому и не стыдно показать его товарищам.



Беседа десятая

ДЕТЕКТОРНЫЙ РАДИОПРИЕМНИК

Итак, ты приступаешь к конструкторской работе. Первым радиоприемником, изготовленным тобой, будет детекторный приемник.

Разнообразных схем детекторных приемников можно насчитать не один десяток. С некоторыми из них ты уже знаком. Еще больше существует конструкций радиоприемников, ибо по одной и той же схеме можно собрать несколько различных по виду приемников, имеющих какие-то свои конструктивные особенности, но все они при равных условиях работают примерно одинаково.

В этой беседе мы даем практические советы по изготовлению нескольких детекторных приемников, рассчитанных на прием станций длинноволнового и средневолнового диапазонов. Какой из них будет твоим первым приемником, решай сам.

НЕКОТОРЫЕ СОВЕТЫ ПО ИЗГОТОВЛЕНИЮ ПАНЕЛИ И МОНТАЖУ ПРИЕМНИКА

Собирая детекторный приемник, надо все время помнить о том, что он работает исключительно за счет энергии токов высокой частоты, возбуждаемых в его антенне радиоволнами. Эта энергия должна быть использована как можно лучше, нельзя давать токам высокой частоты возможности «утекать» из антенны в землю, минуя детали приемника. В связи с этим надо позаботиться о том, чтобы панель — основа, на которой крепятся детали приемника, была бы изготовлена из хорошего изоляционного материала. Ее можно изготовить из фанеры или хорошо простроганной доски, из эбонита, текстолита или другой какой-либо пластмассы. Фанерная или дощатая панель будет изолятором только тогда, когда она сухая. Если же она отсыреет, то станет проводником, а от приемника с сырой панелью не жди хорошей работы. Чтобы этого не случилось, фанеру или доску, прежде чем из них делать панель, хорошенько высуши, а готовую панель натри с обеих сторон расплавленным парафином или воском и покрой 1—2 раза спиртовым или масляным лаком. Обработанная таким способом панель не будет впитывать влагу, да и внешний вид ее будет более опрятным.

От материала, используемого для панели, во многом зависит прочность конструкции приемника. Тонкая фанера удобна для обработки, но сделанная из нее панель будет непрочной. Лучше всего подходит для панели хорошо проклеенная березовая фанера толщиной 5—6 *мм*. Строительная фанера хуже, так как она при обработке часто расслаивается, трескается, имеет неровности. Если нет фанеры требуемой толщины, можно склеить вместе два куска более тонкой фанеры. Склеенные куски фанеры суши под грузом или зажми их в верстачной доске, иначе панель может покоробиться или не склеиться. В крайнем случае, если нет подходящей фанеры или досок, панель можно склеить из толстого картона, но она будет менее прочной, чем фанерная.

Рассказывая об устройстве приемников, мы не всегда будем указывать размеры их панелей. Почему? Да потому, что не для каждого случая может подойти один и тот же совет. Размер панели зависит от деталей, которые ты будешь монтировать в приемник: для больших деталей нужна панель побольше, а для малогабаритных деталей — меньшая панель.

Поэтому, прежде чем делать панель, подбери все детали, необходимые для приемника, расположи их в том порядке, который указан на монтажной схеме, и уточни размеры будущей панели. Стремиться к сильному уменьшению панели не надо, так как на маленькой панели монтаж делать труднее.

Определив размеры панели, сделай ее, размести на ней детали и, не укрепляя их, наметь на панели места всех необходимых отверстий. Окончательную разметку отверстий делай с помощью линейки и циркуля. Отверстия для контактов переключателя должны располагаться по окружности, центром которой является отверстие оси ползунка переключателя, а зажимы или гнезда для подключения антенны и заземления и гнезда для включения детектора и телефона — параллельно краям панели. Диаметры отверстий должны быть такими, чтобы детали прочно держались в них.

После разметки просверли все отверстия, тщательно зачисти панель шкуркой, натри ее парафином, воском или покрой лаком.

На готовой панели сначала укрепи переключатели. Проверь, достаточно ли хорошо их ползунки прижимаются к головкам контактов. Затем крепи колодочки с гнездами, зажимы и в последнюю очередь катушку. После этого можешь приступать к соединению деталей между собой.

Для монтажа используется медный луженый или посеребренный провод толщиной 0,8—1,5 *мм*, голый или в изоляции — безразлично. Такой провод хорошо проводит электрический ток, а монтаж, выполненный таким проводом, будет прочным.

Предназначенный для монтажа провод надо выпрямить. Для этого кусок провода длиной 1,5—2 *м* зажми одним концом в тиски или прикрути к какому-либо предмету и сильно потяни за другой конец, захватив его плоскогубцами. Провод немного вытянется и станет прямым. От него ты будешь кусачками откусывать нужной длины проводнички.

Все соединения тщательно пропаивай. В местах возможных замыканий между монтажными проводниками надевай на них кембриковые, резиновые, полихлорвиниловые или другие изоляционные трубки либо обматывай их в этих участках изоляционной лентой, полосками провощенной или пропарафинированной бумаги.

В магазинах, торгующих радиодеталями, продаются наборы монтажных материалов. В них имеются монтажный провод, изоляционная трубочка.

ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ, ГНЕЗДА, ЗАЖИМЫ

Собирая приемник, удобнее использовать готовые переключатели, гнезда и зажимы. Однако этих деталей может не оказаться

в твоем, пока еще маленьком хозяйстве. Как быть, если их нет? Придется делать самому из имеющихся под руками материалов.

Начнем со штепсельных гнезд. Их называют штепсельными потому, что в них вставляются штепсельные ножки или вилки, которыми снабжаются телефонные трубки, детекторы или другие приборы. Гнезда, изображенные на рис. 57,*а*, представляют собой выточенные из меди гильзы, запрессованные в пластмассу. Между гнездами имеется сквозное отверстие под болтик или винт для крепления пластмассовой колодочки к панели.

Гнезда, показанные на рис. 57,*б*, сделаны из листового металла в виде трубочек и запрессованы в отверстиях гетинаксовой планочки. При помощи болтиков или шурупов, пропущенных через отверстия в планочке, гнезда крепят к панели.

Одна из возможных конструкций самодельных спаренных гнезд показана на рис. 58. Из гетинакса, текстолита, органического стекла или в крайнем случае из тонкой фанеры вырежь две пластинки размером 10×45 *мм*. Просверли в них два отверстия диаметром 4 *мм* для гнезд. Расстояние между центрами этих отверстий должно быть равно точно 20 *мм*. По краям просверли еще два отверстия для крепления будущей колодочки к панели. Из жести вырежь две полоски шириной 2,5—3 *мм* и длиной около 40 *мм*. Согни их наподобие латинской буквы U, вставь в отверстия одной из пластинок, а сверху наклей на нее вторую пластинку. Получится колодочка с двумя штепсельными гнездами.

Гнезда могут быть одинарными и крепиться непосредственно на панели приемника.

Гнездо, показанное на рис. 59,*а*, сделано из гильзы стреляного патрона малокалиберной винтовки. Гильзу забивают молотком в отверстие с нижней стороны панели, а выступающие сверху края развальцовывают при помощи кернера или другого конусообразного металлического стержня или толстого гвоздя.

Хорошее гнездо можно изготовить из жести, как показано на рис. 59,*б*. По краям жестяной пластинки размером 15×15 *мм* сделай ножницами надрезы, сверни пластинку в трубочку диаметром 4 *мм* и вставь ее в отверстие в панели, а выступающие снаружи надрезанные концы отогни в стороны и прижми к панели. Можно также сделать гнездо из неизолированной медной проволоки толщиной 0,7—1 *мм* (рис. 59,*в*). Кусок проволоки свивают в спираль на гвозде, чтобы получилась трубочка. Сделанные таким способом гнезда должны туго входить в отверстия панели.

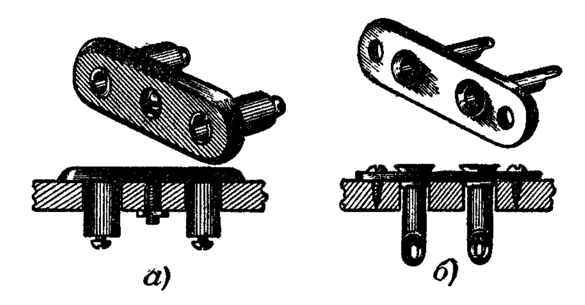


Рис. 57. Штепсельные гнезда заводского изготовления.

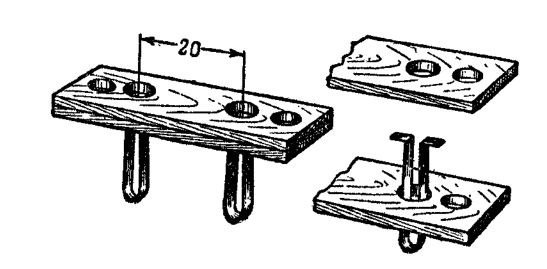


Рис. 58. Самодельные спаренные штепсельные гнезда.

Конструкций зажимов существует много. Одна из них показана на рис. 60,*а*. Зажим можно заменить болтиком с гайками (рис. 60,*б*) или применить вместо зажима гнездо. В этом случае провод, подключаемый к приемнику, нужно снабдить однополюсной штепсельной вилкой.

Ползунковые переключатели для детекторных приемников приходится делать самим. На рис. 61 показаны две конструкции таких самодельных переключателей. Сам ползунок надо изготовить из полоски латуни или меди толщиной 0,5—0,7 *мм*, шириной 7—8 *мм* и длиной около 40 *мм*. Полоску следует отгартовать — отковать слегка молотком, положив ее на напильник, чтобы ползунок лучше пружинил и плотно прижимался к головкам контактов. Края ползунка немного изогни вверх, тогда он будет плавно, без заеданий переходить с контакта на контакт. А чтобы прикосновение руки не влияло на настройку приемника, приделай к ползунку деревянную или пластмассовую ручку. К панели ползунок крепится шу-

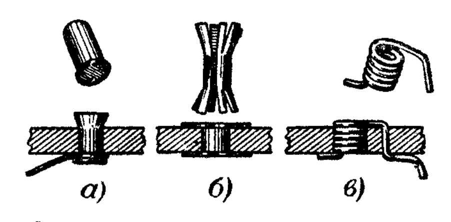


Рис. 59. Самодельные одинарные штепсельные гнезда.

рупом, вокруг которого он должен поворачиваться, но не болтаться на нем. Под ползунок подложи металлическую шайбу.

Контакты можно сделать из кусочков голой медной проволоки диаметром 2—3 *мм*, согнутых и пропущенных через отверстия в панели (рис. 62,*б*), или из стреляных гильз малокалиберных патронов (рис. 62,*а*). В качестве контакта можешь применить и шуруп с круглой шляпкой (рис. 62,*в*). Важно, чтобы выступающая над панелью часть контакта была гладкой и не была бы окислена (не имела бы ржавчины).

На рис. 63 показана еще одна конструкция переключателя. Это — П-образная скобочка, согнутая из толстой медной проволоки. Она вставляется в гнезда, замыкая центральное гнездо с гнездами, расположенными по окружности. Чтобы прикосновение руки не сказывалось на настройку приемника, средняя часть скобочки обернута изоляционной лентой.

Вместо ползункового переключателя в детекторном приемнике можно использовать многоконтактный переключатель заводского изготовления — так называемый переключатель диапазонов. Если у тебя есть такой переключатель, ставь его в приемник. В дальнейшем ты используешь его в ламповом приемнике.

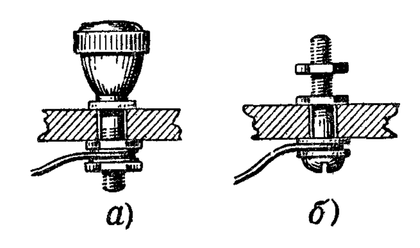


Рис. 60. Зажимы.
а — заводского изготовления; *б* — болтик с гайками в качестве зажима.

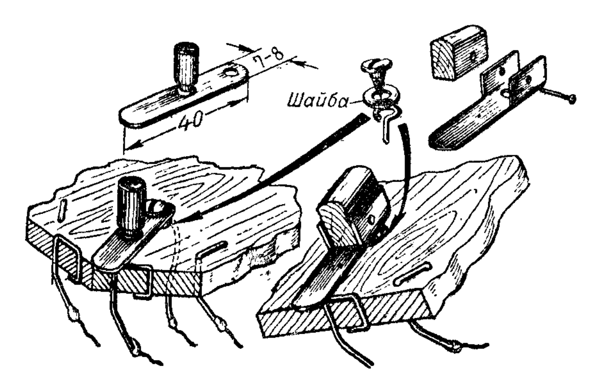


Рис. 61. Самодельные ползунковые переключатели.

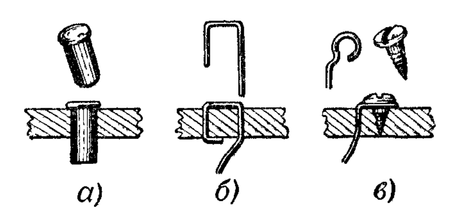


Рис. 62. Контакты для самодельных ползунковых переключателей.

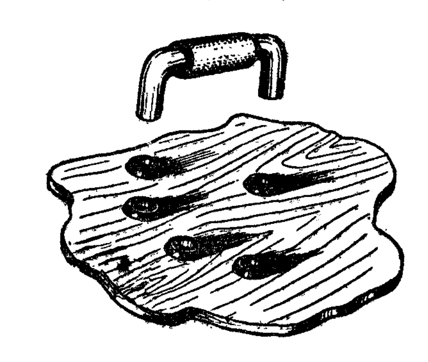


Рис. 63. Переключатель из штепсельных гнезд.

ПРИЕМНИК С СЕКЦИОНИРОВАННОЙ КАТУШКОЙ

Принципиальная и монтажная схемы, а также общий вид этого приемника показаны на рис. 64. Схема приемника тебе уже знакома по предыдущим беседам, катушка для него у тебя есть (ею ты пользовался во время первых опытов). В колебательный контур этого приемника входят катушка L и конденсатор C_a, образуемый антенной и землей. На принципиальной схеме этот конденсатор показан пунктиром. Настройка осуществляется переключателями $П_1$ и $П_2$.

Четвертый отвод катушки должен соединяться одновременно с двумя контактами обоих переключателей. Но это не значит, что его петлю можно разорвать и получившиеся два конца провода соединить с контактами разных переключений. Если сделать так, то цепь окажется разорванной и приемник работать не будет. Соединение этого отвода с контактами обоих переключателей сделано для того, чтобы в контур можно было включать число витков меньше чем 50. Для этого ползунок переключателя $П_1$ устанавливается на контакт, соединенный с отводом *4*, а переключателем $П_2$ подбирается число витков, соответствующее настройке приемника на волну радиостанции. Если оба переключателя установить на контакты, соединенные с отводом *4*, то антенна окажется заземленной.

Приемник собирай на куске фанеры размером примерно 120×200 *мм*. Снизу по краям прибей к ней брусочки высотой по 20—25 *мм*,

которые будут служить стоечками панели. Сверху панели будут находиться переключатели, гнезда, зажимы и катушка. Соединения деталей делай под панелью.

Катушку крепи на панели при помощи двух-трех угольников, изготовленных из жести, железа, меди или другого листового металла толщиной 0,5—0,8 *мм*. Вырежь из этого материала полоски длиной по 15—18 *мм* и шириной 7—8 *мм*, просверли в них по два отверстия и изогни их плоскогубцами под прямым углом. Получатся угольнички. С помощью болтиков крепи их к нижней части каркаса катушки, а затем угольники привинти мелкими шурупами к панели.

Катушку можно укрепить на панели и другим способом. Выпили из фанеры кружок, равный внутреннему диаметру катушки. Приклей или прибей этот кружок к панели, а затем насади на него каркас катушки.

Отводы, начало и конец катушки пропусти через отверстия под панель, а их зачищенные концы припаяй к контактам переключателей. Зажим антенны, ползунок переключателя $П_1$ и одно гнездо детектора соедини между собой куском монтажного провода. Вторым куском провода соедини зажим заземления, ползунок переключателя $П_2$ и одно гнездо телефона. Оставшиеся свободными гнезда детектора и телефона соедини между собой третьим куском монтажного провода. Чтобы не спутать гнезда, зажимы и переключатели, обозначь их соответствующими надписями. Параллельно гнездам, предназначенным для включения телефона, припаяй блокировочный конденсатор $C_{бл}$. Приемник готов. Проверив прочность всех соединений и их правильность по принципиальной схеме, включи детектор и телефон, присоедини антенну и заземление и приступай к испытанию приемника.

Если на приемник смотреть со стороны гнезд телефона и детектора, то с правой стороны окажутся зажим антенны, переключатель грубой настройки $П_1$ и детектор, а слева — зажим заземления, переключатель более точной настройки $П_2$ и телефон. При этом чем дальше от тебя будут находиться концы ползунов переключателей, тем на более длинную волну будет настроен приемник.

Может случиться, что радиостанции, работающие на волнах длиной около 2 000 *м*, будут слышны слабо даже тогда, когда в контур включены все 250 витков катушки.

В этом случае между зажимами антенны и заземления или между осями ползунков переключателей нужно включить конденсатор. Емкость его может быть в пределах от 100 до 270 *пф*. Вмонтируй в приемник конденсатор такой емкости, при котором будет хорошо слышна радиостанция, работающая на самой длинной волне.

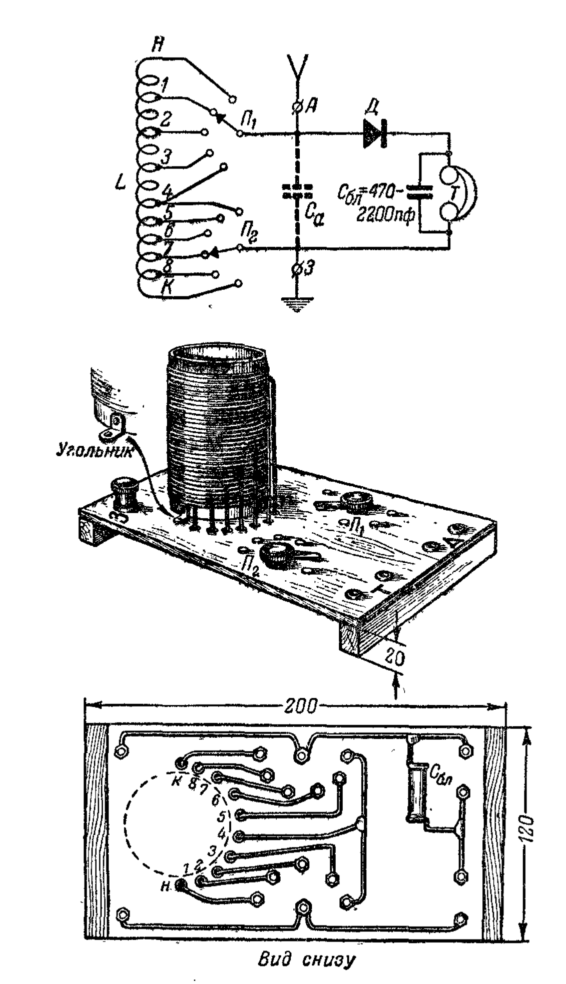


Рис. 64. Детекторный радиоприемник с секционированной катушкой.

В конструкцию приемника ты можешь внести изменения. Если, например, захочешь сделать его в ящичке, катушку укрепи снизу панели со стороны монтажа. При этом панель будет служить крышкой ящичка. Если детектор вместо контактных ножек имеет выводные проволочки, он должен быть вмонтирован в приемник снизу панели. Для включения такого детектора гнезда не нужны.

ПРИЕМНИК С ВАРИОМЕТРОМ

Схема этого приемника (рис. 65) не имеет существенных отличий от схемы, испытанной нами при проведении третьего опыта. Грубая настройка на радиостанцию производится переключателем $П_1$, а точная — изменением по-

ложения катушки L_1 по отношению к катушке L_2. Эти катушки образуют вариометр. При повороте катушки L_1 вариометра на половину окружности (180°) настройка плавно изменяется.

Приемник имеет два антенных гнезда: A_1 и A_2. При включении антенны в гнездо A_1 она соединяется с вариометром непосредственно, а при включении в гнездо A_2 — через конденсатор C_a емкостью 100—120 *пф*. При подключении антенны к контуру через конденсатор приемник можно настраивать на радиостанции, работающие на волнах меньшей длины, чем при подключении антенны непосредственно к катушке. Кроме того, этот конденсатор улучшает избирательность приемника — его способность отстраиваться от соседних по длине волны радиостанций.

Устройство вариометра и крепление его на панели показаны на рис. 66. Ротор вариометра — катушка L_1 — жестко укреплен на оси, при помощи которой он поворачивается внутри большой катушки L_2 — статоре вариометра. Подшипниками оси роторной катушки служат отверстия в каркасе статорной катушки.

От продольного смещения ось удерживают шпонки — булавки или тонкие гвоздики, вбитые в ось с внешних сторон большой катушки. Чтобы при вращении оси шпонки не портили изоляцию провода большой катушки, под них на ось надеты картонные шайбы.

Поворачивая плавно малую катушку внутри большой, ты будешь плавно изменять настройку приемника.

Плавность вращения ротора вариометра и надежность его работы во многом зависят от тщательности изготовления и подгонки его частей. Очень важно, чтобы при вращении малой катушки ее каркас не задевал за каркас большой катушки. Рекомендуем сначала

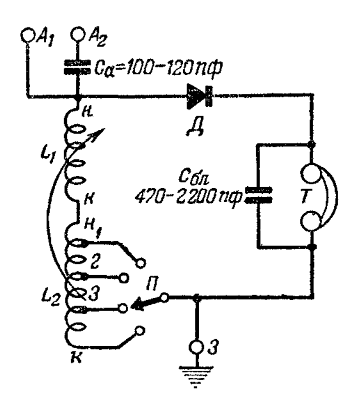


Рис. 65. Принципиальная схема детекторного радиоприемника с вариометром.

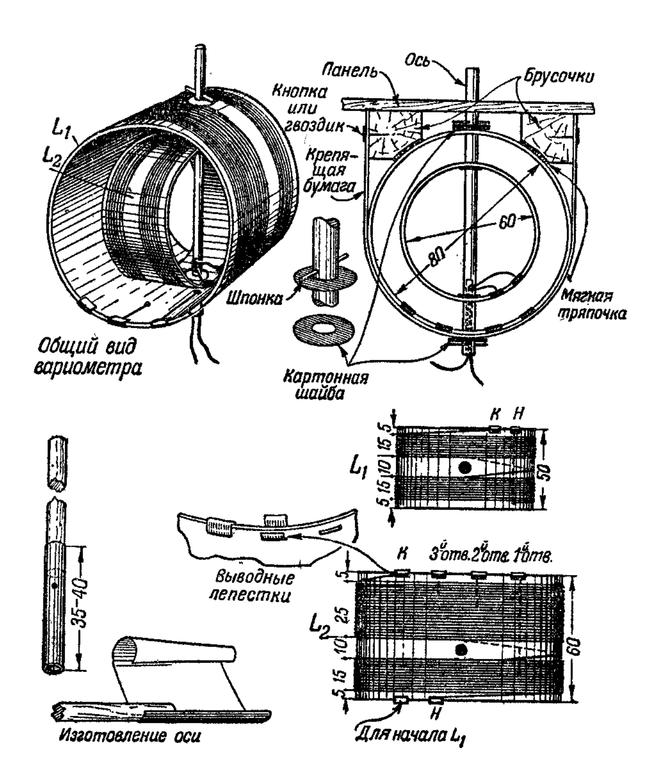


Рис. 66. Устройство и крепление вариометра.

склеить и обработать каркасы, заготовить ось, проделать в каркасах отверстия по диаметру оси, собрать и отрегулировать будущий вариометр, а затем разобрать его, намотать катушки и только после этого окончательно собрать его.

Каркасы для катушек изготовь из прессшпана или плотной бумаги уже известным тебе способом. Размеры их указаны на рис. 66. По краям каркасов сделай выводные лепестки. Это — полоски жести или тонкой латуни шириной по 4—5 *мм* и длиной 8—10 *мм*, пропущенные через прорези в каркасах и загнутые, как показано на рис. 66. К ним будешь припаивать пропущенные внутрь каркасов отводы и выводы катушек.

Ось вариометра — круглая палочка диаметром 5—7 *мм* и длиной 125—130 *мм*, подобная деревянной ученической ручке или круглому карандашу. В одном конце палочки просверли продольное отверстие диаметром 3—4 *мм* на длину 25—30 *мм*, а потом боковое отверстие. Они образуют канал для вывода проводников малой катушки наружу вариометра. Если просверлить такие отверстия тебе будет трудно, то на конце палочки сделай бумажную трубочку. Она изготовляется как показано внизу слева на рис. 66. Полоску бумаги

шириной 35—40 *мм* и длиной 90—100 *мм* смажь клеем и плотно намотай на конец палочки. После полного высыхания клея в получившейся трубочке проделай боковое отверстие для выводов катушки.

Отверстия в каркасах должны быть такими, чтобы ось туго входила в них. Ось не должна болтаться в отверстиях большой катушки, а удерживаться в них за счет трения.

Для уменьшения трения края отверстий можно натереть воском или парафином.

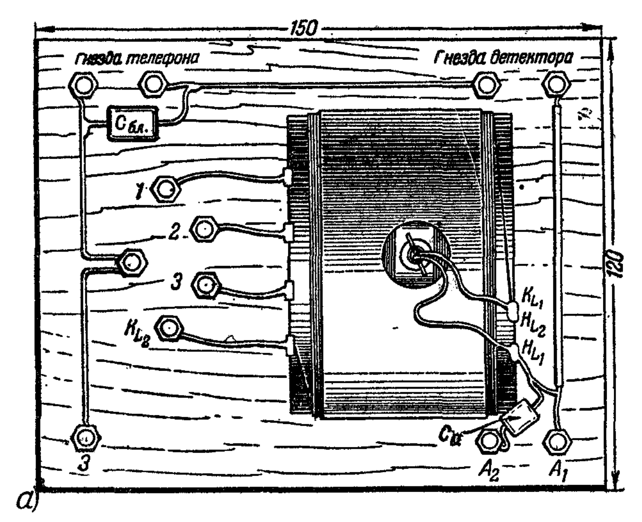
Для катушек пригоден провод диаметром 0,3—0,4 *мм* в эмалевой, хлопчатобумажной или шелковой изоляции. Намотка однослойная, виток к витку. Если у тебя есть только провод большего диаметра, длину каркаса большой катушки придется несколько увеличить.

По одну сторону отверстий для оси намотай на каркас малой катушки 35—38 витков, затем, не обрезая провода, переведи его на другую сторону каркаса и намотай в ту же сторону еще столько же витков. Чтобы крайние витки обмотки не сползали с каркаса, их можно приклеить к каркасу густым лаком, клеем БФ-2, каплями расплавленного сургуча или канифоли.

Большая катушка должна иметь всего 125—130 витков с тремя отводами. Первый отвод сделай от 50-го, второй от 75-го, третий от 100-го витков. Переход с малой секции катушки на большую сделай приблизительно после 45—47-го витка.

Когда намотаешь катушки, собери вариометр, снаружи большой катушки надень на ось картонные шайбы и осторожно вбей в нее гвоздики. Перемещая малую катушку по оси, добейся, чтобы при вращении она не задевала за каркас большой катушки. В таком положении приклей ее каркас к оси несколькими каплями клея.

Теперь начало и конец малой катушки нужно вывести наружу вариометра через трубчатую часть оси. Эти выводы делай гибким многожильным проводом в шелковой или бумажной изоляции. Обычный медный провод для этой цели мало пригоден, так как от вращения катушки он может перетереться, в результате появится обрыв или замыкание между выводными проводниками. Длина выводных проводников должна быть такой, чтобы внутри и снаружи вариометра получились небольшие петли. Один из этих выводов припаяй к контактному лепестку, к которому припаян вывод начала большой катушки, а второй — к соседнему свободному лепестку.



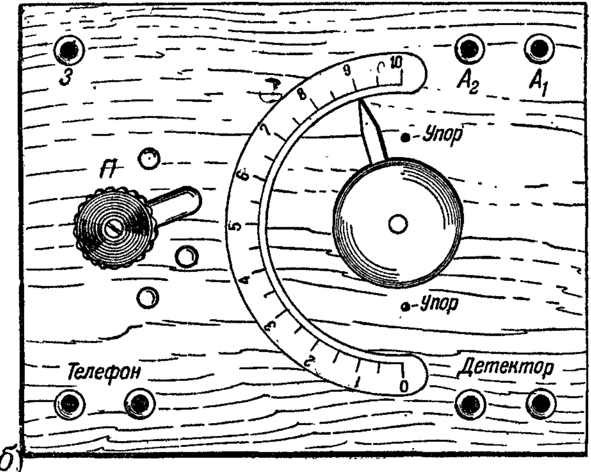


Рис. 67. Детекторный приемник с вариометром.
а — монтажная схема; *б* — вид на панель сверху.

Панель приемника размером 150×120 *мм* является одновременно крышкой его ящика. Вариометр укрепи на двух брусочках, приклеенных или прибитых к панели при помощи бумажной или картонной полоски шириной 65—70 *мм*. Полоску перекинь через вариометр, предварительно вырезав в ней отверстие для оси, и прикрепи ее концы к брусочкам. А чтобы не повредить изоляцию большой катушки о брусочки, наклей на них полоски мягкой материи: бумазеи, байки.

Когда закончишь монтаж приемника (делай его по монтажной схеме рис. 67), насади на ось вариометра ручку со стрелкой — указателем настройки. Ручку можно сделать в виде кружка, выпиленного лобзиком из толстой фанеры. В центре кружка просверли отверстие по диаметру оси и прибей к кружку стрелку, вырезанную из жести. Под стрелкой на па-

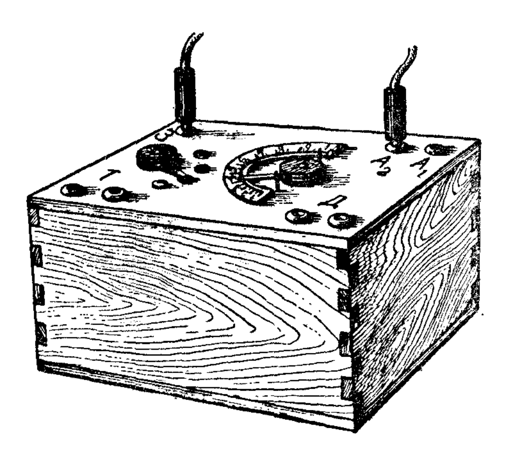


Рис. 68. Общий вид детекторного радиоприемника с вариометром.

нель приклей бумажную шкалу с делениями от 1 до 10. В качестве шкалы можно использовать транспортир. В этом случае шкала будет иметь 180 делений.

Прежде чем окончательно закрепить ручку на оси вариометра, поставь малую катушку в такое положение, когда витки обеих катушек будут в одной плоскости и обращены своими начальными выводами в одну сторону (началом малой катушки считай вывод, соединенный с антенным гнездом). Конец оси смажь клеем и насади на него ручку. При этом стрелка должна указывать на цифру 10 шкалы. Ручку покрой лаком или покрась. По краям шкалы вбей гвоздики-упоры, ограничивающие вращение оси вариометра. Вращение катушки более чем наполовину оборота излишне и, кроме того, выводы катушки от этого могут перекрутиться и оборваться.

Готовый приемник в ящике показан на рис. 68.

Во время первых испытаний приемника определи, какие радиостанции он принимает, запомни положения ручек переключателя и вариометра при приеме каждой радиостанции. В дальнейшем, пользуясь приемником, тебе уже не придется «искать» станции, так как для настройки на ту или иную станцию достаточно установить его ручки настройки в нужное положение.

Чтобы определить, какие радиостанции может принимать радиоприемник и какое при этом будет положение ручек настройки, прослушай внимательно весь диапазон волн, перекрываемый приемником. Начать можно или с самых длинных волн или, наоборот, с самых коротких. Допустим, что начинаешь с самых длинных волн. Для этого ручку вариометра поставь так, чтобы стрелка указывала на цифру 10, переключатель установи на контакт конца большой катушки, а антенну включи в гнездо A_1. Медленно вращая ручку вариометра в сторону уменьшения цифр на шкале, внимательно слушай работу приемника. Точно так же проверь работу приемника, переставляя ползунок переключателя последовательно на контакт третьего, второго и первого отводов катушки. Положение переключателя на контакте первого отвода, а стрелки вариометра на 0 шкалы соответствует наименьшей длине волны, на которую может быть настроен приемник (примерно 300 *м*). В таком же порядке проверь настройки приемника и при включении антенны в гнездо A_2.

Если при установке переключателя на контакт, к которому подведен конец вариометра, и положении стрелки ручки настройки на делении 10 не будет слышна работающая на самой длинной волне радиостанция, которая может быть принята в вашем районе, то параллельно вариометру нужно подключать конденсатор постоянной емкости 150—330 *пф*. Это можно делать при помощи специального же-

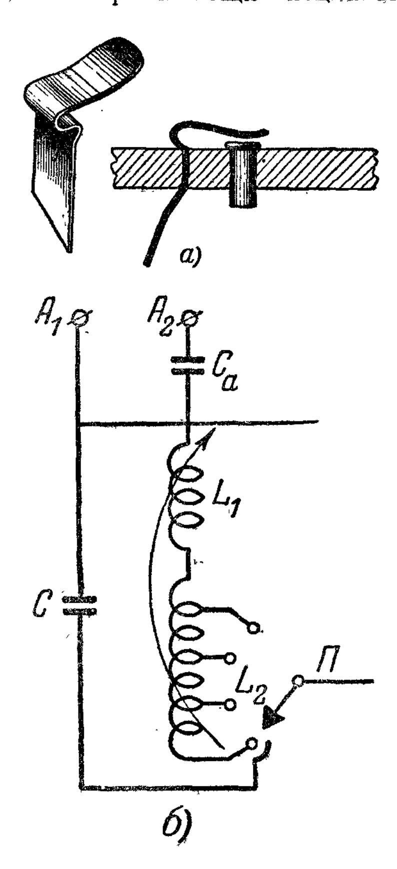


Рис. 69. Контактный язычок для включения конденсатора, удлиняющего волну.
а — устройство; *б* — схема включения.

стяного язычка, укрепленного около контакта конца вариометра.

Устройство и схема такого приспособления показаны на рис. 69. В щель, пропиленную в панели около контакта переключателя, вставь полоску жести. Согни ее с таким расчетом, чтобы при установке переключателя на контакт ползунок одновременно касался бы и жестяного язычка. Конденсатор одним выводом припаяй к хвостику язычка, выступающему снизу панели, другим — к началу вариометра или к гнезду A_1. Этот дополнительный конденсатор, позволяющий принимать более длинные волны, будет подключаться к колебательному контуру только тогда, когда ползунок переключателя установлен на контакте конца катушек вариометра. При остальных положениях переключателя он отключен от контура и в работе приемника не участвует.

ПРИЕМНИК С КОНДЕНСАТОРОМ ПЕРЕМЕННОЙ ЕМКОСТИ

Колебательный контур этого приемника (рис. 70) состоит из катушки L, имеющей один отвод, и конденсатора переменной емкости C_2. Включение в контур одной верхней секции катушки соответствует приему радиостанций средневолнового диапазона, а обеих секций, когда в контур включены все витки катушки, — приему станций длинноволнового диапазона. Таким образом, в этом приемнике переход с одного диапазона на другой, т. е. скачкообразная настройка, осуществляется переключателем $П$, а плавная настройка в каждом диапазоне — конденсатором переменной емкости. В нем, как и в приемнике с вариометром, имеется антенный конденсатор C_1, улучшающий избирательность приемника.

Для приемника нужен переменный конденсатор, емкость которого изменяется в пределах примерно от 15—25 *пф* (наименьшая) до 500—550 *пф* (наибольшая). Он может быть с воздушным или твердым диэлектриком, заводской или самодельный (о конденсаторах переменной емкости, в том числе и о самодельном конденсаторе, мы расскажем позднее). Емкости антенного и блокировочного конденсаторов указаны на принципиальной схеме.

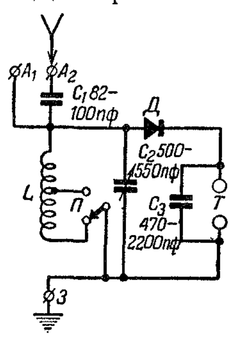


Рис. 70. Принципиальная схема детекторного радиоприемника с конденсатором переменной емкости.

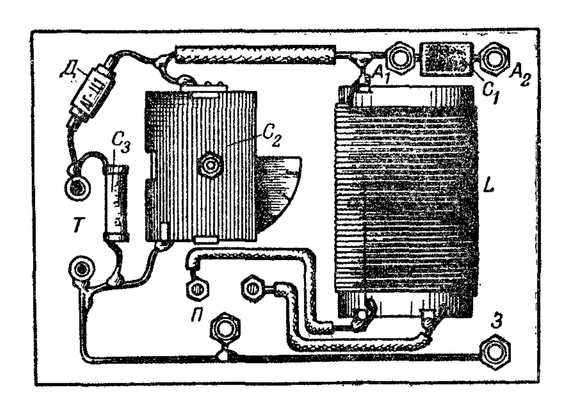


Рис. 71. Монтажная схема приемника с конденсатором переменной емкости.

В приемнике можно использовать ранее изготовленную секционированную катушку, изолировав все ее отводы, кроме первого, сделанного от 50-го витка, или намотать другую катушку. Диаметр каркаса новой катушки около 70 *мм*, высота 80—100 *мм*. Намотай на него 180—200 витков провода диаметром 0,3—0,5 *мм* с любой изоляцией, сделав отвод от 50-го витка. Если наибольшая емкость переменного конденсатора будет меньше чем 500—550 *пф*, например 350—400 *пф*, в катушке делай не один, а два отвода: от 40-го и 100-го витков.

Конструкцию приемника определи сам, исходя из имеющихся деталей.

На рис. 71 показана монтажная схема одной из возможных его конструкций. В этом приемнике использованы заводской конденсатор переменной емкости с воздушным диэлектриком, катушка с одним отводом и детектор с постоянной чувствительной точкой. Верхняя — лицевая сторона панели этого приемника мало чем отличается от приемника с вариометром.

Примерно таким может быть и твой приемник.

ПРИЕМНИК С НАСТРОЙКОЙ МЕТАЛЛОМ

Ты можешь сделать также детекторный приемник, плавная настройка которого будет осуществляться металлическим диском. Об этом способе настройки приемника мы уже говорили в восьмой беседе (рис. 46,*а*).

Катушка этого приемника должна быть плоской (рис. 72). Основание катушки вырежь из тонкой фанеры или из плотного картона. Проведи циркулем две окружности радиусом 20 и 60 *мм*. На наружной окружности с помощью транспортира наметь места прорезов. Число их должно быть нечетным (5, 7, 9),

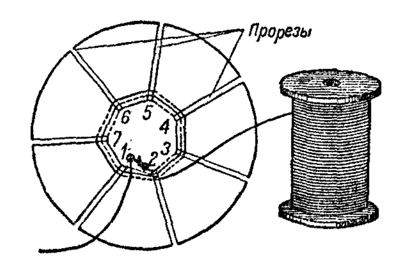


Рис. 72. Изготовление катушки для приемника с настройкой металлом.

а ширина их по 2—3 *мм*. Вырезав круг, сделай в нем радиальные прорезы до внутренней окружности, края прорезов зачисти наждачной бумагой, чтобы они были гладкими.

Для намотки катушки нужен провод диаметром 0,3—0,5 *мм* в бумажной или шелковой изоляции. Начало катушки укрепи в проколах около прореза *1*. Провод через прорез *2* пропусти вниз, затем через прорез *3* — вверх, через прорез *4* — вниз, через прорез *5* — вверх и т. д. Когда провод дойдет до первого прореза, получится один виток. Всего нужно намотать около 200 витков, сделав отводы через каждые 35—40 витков. Укладывай провод плотным рядом, прижимая витки с поверхности основания, иначе на нем не поместится нужное число витков. Последний виток закрепи в проколах так же, как и начало катушки. Получается плоская катушка, напоминающая дно плетеной корзины. Поэтому такую катушку и называют катушкой корзиночного типа.

Если будешь использовать провод в эмалевой изоляции, намотку катушки делай особенно аккуратно, чтобы не повредить эмаль, пропуская провод через прорезы в каркасе.

Диск для плавной настройки вырежь по размерам катушки из листового алюминия, цинка или меди толщиной 1—1,5 *мм*.

Приемник можно смонтировать на открытой панели. Катушка крепится плашмя. Диск же должен или смещаться в сторону (рис. 73,*а*), перекрывая витки катушки, или

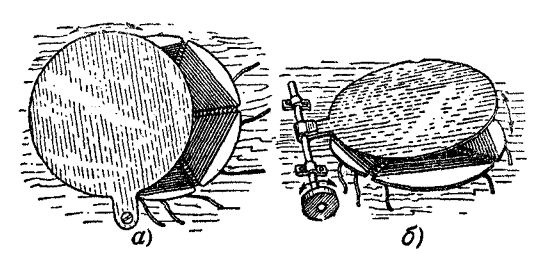


Рис. 73. Способы настройки приемника металлом.

подниматься над ней (рис. 73,*б*). Чем плотнее к катушке сможет прижиматься диск и чем большую поверхность ее он будет перекрывать, тем значительнее будет изменяться настройка приемника при каждом положении переключателя.

ПРИЕМНИК С ПОСТОЯННОЙ НАСТРОЙКОЙ НА ОДНУ МЕСТНУЮ РАДИОСТАНЦИЮ

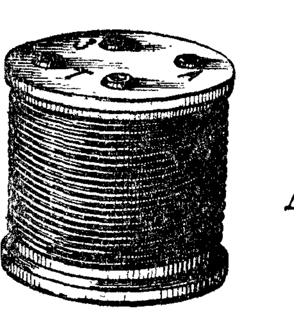
В этом приемнике нет ручек настроек. Индуктивность катушки и емкость конденсатора, составляющие колебательный контур, подобраны такими, что приемник постоянно настроен на одну местную радиовещательную станцию.

Схему такого приемника мы разобрали в восьмой беседе (рис. 45). Сейчас же расскажем о двух простеньких конструкциях, собранных по этой схеме.

Один из этих приемников показан на рис. 74. В нем используется малая катушка, изготовленная тобой во время седьмой беседы. К обеим сторонам каркаса катушки, снизу и сверху, приклеены фанерные кружки, образующие дно и крышку приемника. В отверстиях крышки укреплены две пары гнезд для подключения антенны, заземления и включения вилки телефонных трубок. Детектор и конденсаторы смонтированы на гнездах с внутренней стороны крышки.

Приемник с такой катушкой, если подобрать соответствующую емкость конденсатора, включаемого в его колебательный контур, можно настроить на одну из радиостанций средневолнового диапазона. Если же ты хочешь, чтобы такая радиоточка принимала длинноволновую станцию, придется намотать такую же катушку, как в приемнике с конденсатором переменной емкости, но без отвода.

Выводы начала и конца катушки пропусти через проколы внутрь каркаса. Выпили из 3—4-миллиметровой фанеры четыре кружка:



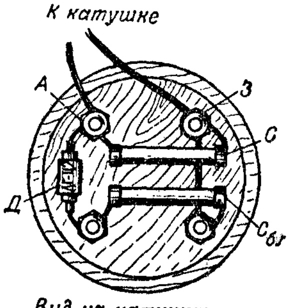


Рис. 74. Детекторный приемник с фиксированной настройкой.

два из них должны плотно входить внутрь каркаса, а два других — на 10—12 *мм* больше первых двух. К каждому большому кружку приклей по кружку меньшего диаметра. У тебя получатся дно и крышка, которые будут прочно держаться на каркасе катушки. После настройки приемника их можно приклеить к каркасу.

В приемнике можно использовать небольшого размера детектор с постоянной чувствительной точкой (германиевый диод типа ДГ-Ц). Емкость блокировочного конденсатора, как и в предыдущих приемниках, 470—2 200 *пф*. Емкость конденсатора *C*, входящего в колебательный контур, может быть от нескольких десятков до нескольких сотен пикофарад в зависимости от длины волны той радиостанции, на которую хочешь настроить свою радиоточку. Для приема первой программы Центрального (Московского) радиовещания в контур надо включить конденсатор емкостью около 500 *пф*. Чем короче волна станции, тем меньше должна быть и емкость конденсатора. Емкость его надо подобрать опытным путем.

Смонтировав на крышке детектор и блокировочный конденсатор, припаяй к гнездам антенны и заземления выводы катушки. Крышку пока не ставь на место. Подключи антенну, заземление и телефонные трубки, а затем, слушая работу приемника, присоединяй параллельно катушке (между гнездами антенны и заземления) поочередно конденсаторы различной емкости, начиная от 47—68 до 560—680 *пф*. В приемник вмонтируй тот конденсатор, при котором лучше будут слышны передачи радиостанции.

Настроить приемник на волну радиостанции можно и другим путем — подбором индуктивности катушки. В этом случае между гнездами антенны и заземления надо включить конденсатор емкостью 270—330 *пф*, начало катушки припаять к антенному гнезду, а конец оставить свободным. Затем нужно взять швейную иголку, соединить ее при помощи куска проволоки длиной 20—25 *см* с гнездом заземления и вкалывать острый конец иглы то в один, то в другой виток катушки, начиная с конца. Так легко подобрать то количество витков катушки, которое при данной емкости конденсатора должно быть включено в контур. Лишние витки катушки с каркаса можно смотать и припаять конец ее обмотки к гнезду заземления.

Если окажется, что с уменьшением числа витков громкость станции ухудшается, емкость конденсатора колебательного контура надо увеличить, но не более чем до 560—680 *пф* и снова «нащупывать» тот виток катушки, который будет ее концом. Если же в катушке окажется много лишних витков, в контур надо включить конденсатор меньшей емкости. Тогда меньше витков придется сматывать с каркаса.

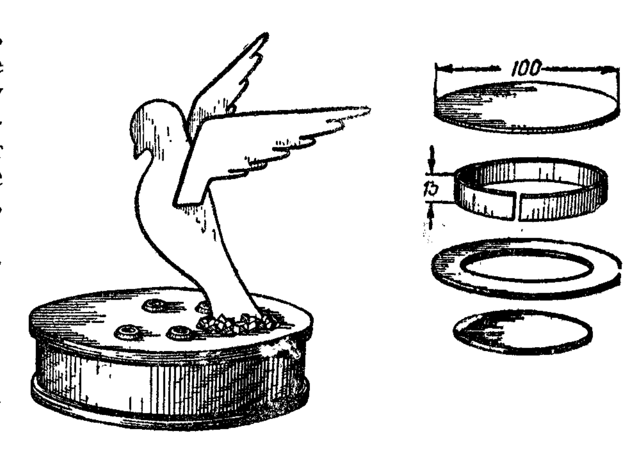


Рис. 75. Детекторный приемник «Фестивальный».

Настроив контур, крышку поставь на место, а весь приемник покрой снаружи бесцветным лаком.

Другая конструкция радиоприемника, собранная по той же схеме, показана на рис. 75. Ее отличительные особенности — низкая, почти плоская катушка и фигурка голубя — символ мира и дружбы между народами. Такие приемники юные радиолюбители строили в честь VI Всемирного фестиваля молодежи и студентов, проводившегося в августе 1957 г. в Москве.

Детали приемника желательно выпилить из органического стекла толщиной 3—4 *мм*: корпус из голубого, синего или зеленого, а фигурку голубя из белого. Склеивать оргстекло надо дихлорэтаном или клеем БФ-2.

Из оргстекла выпили пластинку длиной 290—300 *мм* и шириной 15 *мм*, подержи ее в горячей воде, чтобы она размягчилась, затем сверни ее обручем на круглой болванке диаметром около 90 *мм* (очень удобна стеклянная банка из-под овощных консервов), а концы склей. Выпили лобзиком два кружка диаметром 100 *мм*. Приклей их к каркасу, предварительно сделав в верхнем кружке прямоугольное отверстие для закрепления фигурки голубя, а в нижнем — круглое отверстие диаметром 70—75 *мм*, через которое откроется доступ внутрь каркаса для монтажа приемника. Когда приемник будет готов, отверстие в дне можно «замуровать», вклеив кружок, получившийся при выпиливании этого отверстия.

Между бортиками крышки и дна намотай на каркас плотным рядом, виток к витку, провод диаметром 0,2—0,3 *мм*. Всего в зависимости от толщины провода уложится 50—70 витков. Этого будет достаточно для настройки приемника на радиостанцию средневолнового диапазона. Если же он рассчитывается на прием передач станции длинноволнового диапазона, надо намотать три слоя витков, проложив между ними полоски бумаги.

Для фигурки голубя выпили отдельно силуэт туловища и два крыла. Туловище укрепи в отверстие между гнездами на крышке, а к нему приклей по обе стороны крылья, расположив их так, чтобы фигурка напоминала момент приземления голубя.

Монтаж деталей и настройку приемника делай точно так же, как предыдущего приемника.

Конструкций приемников с настройкой на одну волну может быть много. Это могут быть приемники, смонтированные и на открытых панелях, и в ящичках, с цилиндрическими и плоскими катушками, большие или маленькие. Ты можешь сделать очень небольшой приемник, если используешь в нем одну из тех малогабаритных многослойных катушек, например катушку с высокочастотным сердечником, об устройстве которой рассказывается в девятнадцатой беседе. В зависимости от устройства катушки и размеров детектора, от задуманного внешнего вида приемника каждая конструкция будет иметь свои особенности, но принципиальная схема у всех приемников будет одна и та же.

НЕИСПРАВНОСТИ ДЕТЕКТОРНОГО ПРИЕМНИКА

Меньше всего неисправностей бывает, как правило, в том приемнике, детали которого укреплены прочно, монтаж выполнен аккуратно, а все соединения надежно пропаяны.

Если все же приемник перестал работать или работает с перебоями, значит где-то появился плохой контакт или произошло замыкание. Надо прежде всего осмотреть, нет ли внешних повреждений в катушке, хорошо ли присоединены антенна и заземление, в порядке ли грозопереключатель. Если внешних повреждений не обнаружено, проверь исправность антенны и заземления и их вводов, просмотри, не соприкасается ли провод антенны с каким-либо предметом, через который может быть утечка тока из антенны в землю помимо приемника.

Если внешних повреждений в приемнике, антенне и заземлении не обнаружено, значит где-то нарушился контакт. Чаще всего плохие контакты появляются в переключателях из-за отвертывания гаек и винтов во время настройки, разбалтывания болтиков, из-за плохой зачистки монтажного провода в местах соединений. При этом передача слышна с перерывами и со значительным треском. Надо проверить все эти детали и соединения, подтянуть гайки, подрегулировать ползунки переключателей.

В приемнике с вариометром могут быть обрывы выводных проводников подвижной катушки. Такие обрывы обнаружить довольно трудно, так как они скрыты изоляцией. Но их можно найти с помощью простого телефонного пробника, о котором говорится в тринадцатой беседе, или о м м е т р о м (см. двадцать пятую беседу).

Нарушение соединений может быть и внутри катушки, если она намотана не из целого куска провода и места соединения плохо пропаяны. Такие случаи бывают часто, если приемник долгое время находился в сыром месте. От сырости соединения окисляются, нарушаются электрические контакты.

Какие еще могут быть неисправности в приемнике?

Посмотри на схему своего приемника и ответь на такие вопросы. Что произойдет, если блокировочный конденсатор окажется пробит (его пластины соединятся между собой внутри)? Что произойдет, если соединятся между собой проводники, идущие к телефону? Будет ли работать приемник, если случайно соединятся начало и конец катушки, если оборвется провод катушки?

Задай себе еще ряд подобных вопросов и ответь на них. Тогда легче будет и отыскивать неисправности в приемнике.

УВЕЛИЧЕНИЕ ГРОМКОСТИ РАБОТЫ ТЕЛЕФОНА

Расскажем теперь о некоторых простых приспособлениях, с помощью которых можно телефон превратить в «громкоговоритель». Сразу оговоримся, что это будет возможно только в тех случаях, если передачи радиовещательных станций слышны достаточно громко.

Проще всего можно усилить громкость звучания телефонной трубки, положив ее в чашку (рис. 76,*а*) или тонкостенную консервную банку отверстием вниз наклонно ко дну. Те же результаты можно получить, поместив трубку в угол комнаты или открытого ящика (рис. 76,*б*). Хорошо также будет звучать трубка, если приделать к ней рупор из

плотной бумаги или тонкого картона (рис. 76,*в*). Высота рупора может быть 50—60 *см*; горловина его должна плотно прилегать к отверстию крышки трубки, но не касаться мембраны. Для того чтобы звук не уходил «в потолок», раструб конуса нужно срезать наискось.

Можно устроить постоянное приспособление для превращения телефона в громкоговоритель. Оно представляет собой ящичек по размеру трубки с отверстием в верхней стенке (рис. 76,*г*). К отверстию прикреплен рупор. В ящике под отверстием располагается телефонная трубка. Чтобы она плотно прижималась к верхней стенке ящичка, на дне его можно укрепить пружинящую пластинку, резинку или войлок.

Почему такие приспособления дают усиление звука?

Вспомните устройство граммофона или патефона. В них звук, созданный мембраной, усиливается металлической трубой. В патефоне эта труба свернута улиткой, чтобы она меньше занимала места. Если от мембраны отсоединить трубу, звук будет слабым. Площадь мембраны телефонной трубки невелика, поэтому она приводит в колебательное движение небольшой объем воздуха. Используя описанные выше приспособления, мы передаем им колебательные движения мембраны. При этом колеблются значительно бо́льшие массы

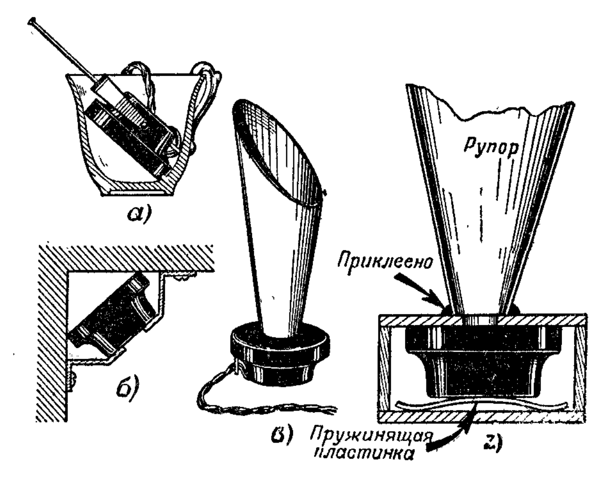


Рис. 76. Приспособления для повышеиия громкости работы телефона.

воздуха и звук будет в несколько раз громче.

Построив первый приемник, ты освоил практическую сторону радиоприема, получил некоторое представление о детекторном приемнике и назначении его деталей. Но этого еще недостаточно, чтобы до конца осмыслить работу приемника. Надо еще знать, как устроена и действует каждая его деталь, каждый узел, понимать сущность процессов, происходящих в его цепях.

Об этом мы расскажем в следующих беседах.

Беседа одиннадцатая

КОЛЕБАТЕЛЬНЫЙ КОНТУР

Колебательный контур — одна из важнейших частей каждой радиостанции, любого радиоприемника.

Ты уже знаешь, что в нем могут существовать электрические колебания.

Чтобы понять явления, происходящие в таком контуре, надо сначала поближе познакомиться со свойствами его составных частей — катушки индуктивности и конденсатора.

САМОИНДУКЦИЯ

Тебе, вероятно, приходилось наблюдать такое явление: когда звонит электрический звонок, в его прерывателе появляются искры. В момент выключения электрической лампочки в выключателе тоже иногда видна искра. Когда случайно соединятся полюса батарейки (чего нужно избегать), в момент разъединения их между ними также проскакивает маленькая искра.

На электростанциях, на заводах, где разрывают рубильниками электрические цепи, по которым текут очень большие токи, искры могут быть большие (рис. 77). Там приходится принимать меры, чтобы искра не причинила вреда человеку, выключающему ток. Почему же возникают эти искры?

Вокруг проводника с током существует магнитное поле. Оно обладает определенной

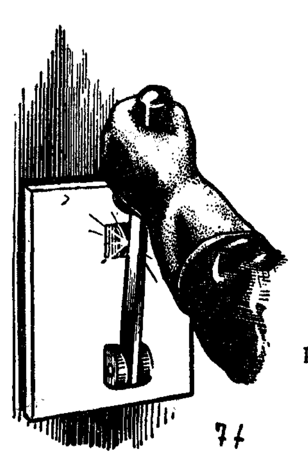


Рис. 77. В месте разрыва электрической цепи появляется искра.

Рис. 78. Магнитные силовые линии вокруг проводника с током.

энергией, о наличии которой можно судить хотя бы по тому, что она поворачивает магнитную стрелку. Если энергия поля будет большой, оно может не только поворачивать легкую магнитную стрелку, но и поднимать тяжести. На некоторых заводах можно, например, видеть, как специальным устройством — электромагнитом, создающим сильное магнитное поле, переносят тяжелые стальные детали.

Магнитное поле проводника с током изображают в виде замкнутых силовых линий, пронизывающих окружающее его пространство (рис. 78).

Если разорвать проводник с током, то существующее вокруг него магнитное поле рассеивается в пространстве.

Если вблизи окажутся другие проводники, поле наводит или, как говорят, индуктирует в них ток. Возникает ток и в том проводнике, который создал это магнитное поле. А так как этот проводник находится в самой гуще магнитных силовых линий, в нем будет наводиться более сильный ток, чем в любом другом проводнике. При этом направление наведенного тока будет таким же, каким оно было в момент разрыва проводника. Иначе говоря, исчезающее магнитное поле будет поддерживать создавший его ток до тех пор, пока само поле не исчезнет, т. е. полностью не израсходуется содержащаяся в нем энергия.

Таким образом, ток в проводнике течет и после того, как выключен источник тока, но не долго — малые доли секунды. Но ведь в разомкнутой цепи движение электронов невозможно — можешь ты возразить. Да, это так. Но после размыкания цепи электрический ток некоторое время течет через воздушный промежуток между разъединенными концами проводника, между контактами выключателя или рубильника. Вот этот ток через воздух и образует электрическую искру.

Описанное явление называют **самоиндукцией**, а электрическую силу, которая под действием исчезающего магнитного поля гонит электроны в проводнике, поддерживая в нем ток, называют **электродвижущей силой самоиндукции** (сокращенно: э. д. с. самоиндукции). Ток, который при этом создается в проводнике, называют током самоиндукции. Чем больше э. д. с. самоиндукции, тем длиннее может быть искра в месте разрыва электрической цепи.

Явление самоиндукции наблюдается не только при выключении, но и при включении тока. В пространстве, окружающем проводник, магнитное поле возникает сразу при включении тока. Вначале оно слабое, но очень быстро усиливается. Усиливающееся магнитное поле тоже возбуждает ток самоиндукции, но он направлен навстречу основному току. Ток самоиндукции мешает мгновенному увеличению основного тока и росту магнитного поля. Однако через короткий промежуток времени основной ток в проводнике преодолевает встречный ток самоиндукции, достигает наибольшего значения, магнитное поле становится неизменным и действие самоиндукции прекращается.

Явление самоиндукции можно сравнить с явлением инерции. Санки обычно трудно сдвинуть с места. Но когда они наберут скорость, запасутся кинетической энергией — энергией движения, их невозможно остановить мгновенно. После торможения они продолжают скользить до тех пор, пока запасенная ими энергия движения не израсходуется на преодоление трения о снег.

Все ли проводники обладают одинаковой самоиндукцией? Нет! Чем длиннее проводник, тем значительнее самоиндукция.

В проводнике, свернутом в спираль, т. е. в катушке индуктивности, явление самоиндукции сказывается сильнее, чем в прямолинейном проводнике, так как магнитное поле каждого витка катушки наводит ток не только в себе самом, но и во всех соседних витках этой катушки. Чем больше будет длина проводника, свернутого в катушку, тем дольше будет существовать в нем индуктированный ток после выключения основного тока. И, наоборот, потребуется больше времени после включения основного тока, чтобы ток в цепи возрос до нормальной величины и установилось постоянное по силе магнитное поле.

Увеличение самоиндукции проводника при свертывании его в катушку можно объяснить еще следующим образом: вокруг каждого вит-

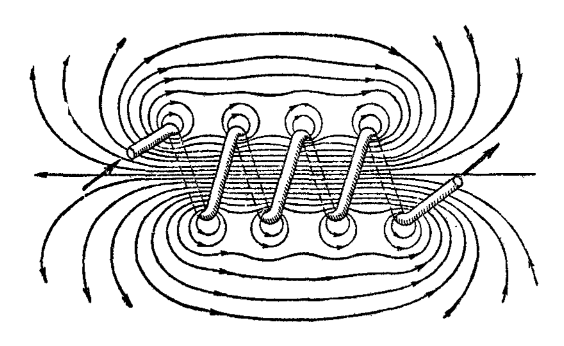


Рис. 79. Магнитное поле вокруг проводника с током, свернутого в катушку.

ка создаются магнитные силовые линии, направленные в одну сторону, следовательно, и общее число направленных в одну сторону магнитных силовых линий будет больше (рис. 79). Силовые линии отдельных витков образуют единое магнитное поле, охватывающее всю катушку. Следовательно, магнитное поле катушки будет всегда сильнее, чем поле прямолинейного проводника. Поэтому и явление самоиндукции в катушке проявляется сильиее, чем в прямом проводнике.

Итак, явление самоиндукции проявляет себя при каждом изменении тока: оно препятствует как нарастанию, так и убыванию тока в проводнике. В цепи постоянного тока это явление проявляет себя только при включении и выключении тока. В цепи переменного тока, где беспрерывно происходят изменения тока, самоиндукция катушки сказывается все время.

КОНДЕНСАТОР

Конденсатором называют прибор, предназначенный для накапливания электрических зарядов. Слово «конденсатор» означает собиратель, накопитель.

Как мы знаем, простейший конденсатор состоит из двух металлических пластин, называемых *обкладками*, между которыми находится проводник электрического тока — *диэлектрик*.

Чем больше площадь обкладок и чем ближе находятся они друг к другу, тем бо́льшие заряды можно на них накопить или, как говорят, тем больше его электрическая емкость.

Если к обкладкам конденсатора присоединить источник постоянного тока, как это показано на рис. 80,*а*, то в образовавшейся цепи возникает кратковременный ток, и конденсатор заряжается до напряжения, равного напряжению источника тока.

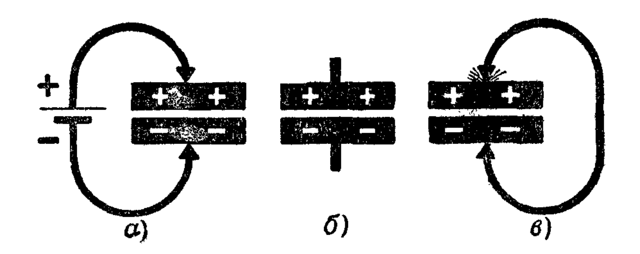


Рис. 80. Заряд и разряд конденсатора.

Почему же в этой цепи возникает ток, если в ней имеется диэлектрик?

Пока к обкладкам конденсатора не был присоединен источник тока, в каждой из них были свободные электроны. Когда же мы присоединили к обкладкам источник тока, часть электронов с верхней обкладки переместилась на положительный полюс источника тока, который притянул их, в то же время часть электронов с отрицательного полюса источника тока переместилась на нижнюю обкладку конденсатора. Это, разумеется, произошло мгновенно. В результате на верхней обкладке образовался недостаток электронов — она зарядилась положительно, а на нижней обкладке образовался избыток электронов — она зарядилась отрицательно. Кратковременный ток, который существует во время заряда конденсатора, называют *током заряда конденсатора*.

Отключим теперь источник тока от кондеисатора. Его обкладки останутся заряженными (рис. 80,*б*). Переходу избыточных электронов с нижней обкладки на верхнюю будет препятствовать диэлектрик. Между обкладками конденсатора тока не будет, но будет *электрическое поле*, сосредоточенное в диэлектрике между его обкладками.

Если обкладки заряженного конденсатора соединить между собой проводником, то «излишние» электроны нижней обкладки мгновенно перейдут по этому проводнику на верхнюю обкладку и конденсатор *разрядится* (рис. 80,*в*). При этом в цепи также возникает кратковременный ток, называемый *током разряда конденсатора*. В момент прикосновения концами проводника к обкладкам конденсатора, обладающего большой емкостью и заряженного до большого напряжения, между концами проводника и обкладками проскакивает искра, сопровождаемая треском. Способность конденсатора накапливать электрические заряды и разряжаться используется в колебательном контуре.

МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ

Тебе хорошо знакомо такое устройство, как качели. Под влиянием внешних сил они совершают ритмичные колебательные движения. Прекратится воздействие внешних сил, и через некоторое время это колебательное устройство придет в положение покоя, перестанет качаться.

Можно раскачиваться на качелях так, что «дух захватывает». Для этого надо сначала подтолкнуть качели, чтобы вывести их из положения покоя, а затем прикладывать некоторую силу в такт с их колебаниями. Без большого труда можно добиться очень больших размахов качелей — получить большие амплитуды их колебаний. Даже маленький мальчик может раскачать на качелях взрослого человека, если свою силу будет прикладывать умеючи.

На рис. 81 показаны качели и графическое изображение их колебаний. По линии со стрелкой, направленной вниз, отложено время, а вправо и влево от нее — амплитуда колебаний качелей относительно положения покоя.

Точка *О* на графике соответствует покою качелей (положение качелей *а*). Под действием силы, приложенной самим качающимся или другим человеком, стоящим на земле, качели отклонились влево (это положение качелей отмечено на графике точкой *1*), запасясь некоторой энергией. В этом положении качели остановятся на мгновение и сейчас же устремятся к положению покоя (на графике точка *2*). Но по инерции они пройдут это положение и отклонятся вправо до точки, отмеченной на графике цифрой *3*. Если они вовремя получат дополнительный толчок, амплитуда отклонения качелей вправо будет больше, чем амплитуда первого отклонения влево. В точке *3* качели не задержатся, вновь устремятся к положению покоя (точка *4*) и под действием силы инерции и дополнительного толчка окажутся в точке *5*. Амплитуда колебания влево будет еще больше.

Добившись больших размахов, при которых качели достигают положений *б* (на графике точка *7*) и *в* (на графике точка *9*), перестанем их подталкивать. Они будут еще некоторое время свободно качаться за счет запасенной энергии, но амплитуды колебаний будут постепенно убывать, как говорят, затухать, и, наконец, качели остановятся.

При свободных колебаниях качелей, так же как свободно подвешенного маятника, запасенная—потенциальная—энергия переходит в кинетическую — энергию движения, которая в крайних верхних точках вновь переходит в потенциальную, а через долю секунды опять в кинетическую. И так до тех пор, пока не израсходуется весь запас энергии на преодоление трения веревок в местах подвеса качелей и сопротивления воздуха.

При сколь угодно большом запасе энергии свободные колебания всегда являются з а т у х а ю щ и м и: с каждым колебанием их амплитуды уменьшаются, и, наконец, качели совсем останавливаются. При этом период — отрезок времени, в течение которого происходит одно колебание, а значит, и частота колебаний остаются все время постоянными, неизменяющимися.

Свободные затухающие колебания показаны графически на рис. 82,*а*.

Как долго будут продолжаться свободные колебания? Это зависит от энергии, запасенной качелями, и способа их подвески. Если запас энергии большой, а силы, стремящиеся приостановить колебания, малы (нет заеданий в местах подвески, качели ни за что не задевают), колебания будут продолжаться дольше.

Если же качели все время подталкивать в такт с их колебаниями и тем самым пополнять потери энергии, расходуемой на преодоление различных тормозящих сил, колебания сделаются н е з а т у х а ю щ и м и. Это уже не свободные, а вынужденные колебания. Они будут длиться до тех пор, пока не перестанет действовать внешняя подталкивающая сила. График незатухающих колебаний показан на рис. 82,*б*.

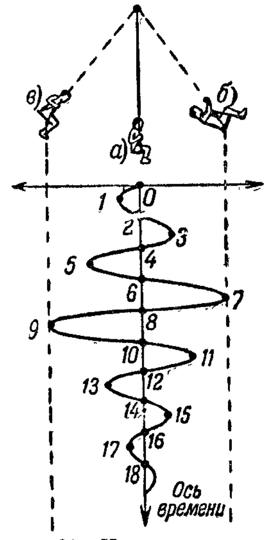


Рис. 81. Качели и графическое изображение их движения.

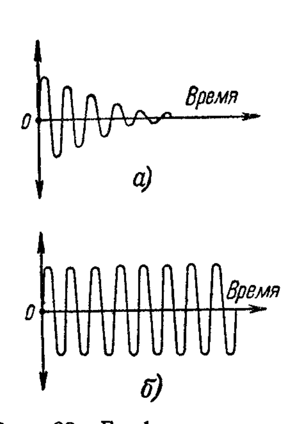


Рис. 82. Графическое изображение колебаний.
а — затухающих;
б — незатухающих.

Мы рассмотрели физические явления, происходящие в простейшем механическом колебательном устройстве, потому что они схожи с явлениями в колебательном контуре.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ В КОНТУРЕ

В простейший колебательный контур входят катушка индуктивности L и конденсатор C (рис. 83). Это — так называемый замкнутый колебательный контур. Чтобы в нем возникли электрические колебания, ему надо сообщить энергию, которая бы «подтолкнула» электроны. Это можно сделать, зарядив конденсатор. Для этого временно разорвем—отключим катушку от конденсатора и подключим к его обкладкам источник постоянного тока — батарею гальванических элементов, как показано на рис. 83. Конденсатор зарядится до напряжения батареи. Затем отключим батарею от конденсатора, а контур снова замкнем. Явления, которые будут происходить в контуре после этого, изображены графически на рис. 84.

Верхняя обкладка конденсатора получила положительный, а нижняя отрицательный заряды (рис. 84,*а*). В этот момент, отмеченный на графике точкой *О*, тока в контуре нет, а вся энергия, накопленная конденсатором, сосредоточена в электрическом поле между его обкладками. Но конденсатор замкнут на катушку. Поэтому избыточные электроны с нижней обкладки устремятся через катушку к верхней обкладке, т. е. конденсатор начнет разряжаться. В катушке появится ток, а вокруг ее витков возникнет магнитное поле. К моменту полного разряда конденсатора (рис. 84,*б*), отмеченного на графике точкой *1*, когда напряжение на его обкладках упадет до нуля, ток в катушке и энергия магнитного поля достигнут наибольших значений.

Казалось бы, что в этот момент ток в контуре должен бы прекратиться. Но этого не произойдет, так как от действия э. д. с. самоиндукции, стремящейся поддержать ток, электроны будут продолжать свое движение с нижней на верхнюю обкладку до тех пор, пока не израсходуется вся энергия магнитного поля, — в катушке все это время будет течь убывающий по величине, но первоначального

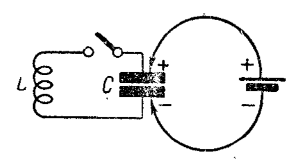


Рис. 83. Заряд конденсатора колебательного контура от батареи.

направления индуктированный ток. К моменту времени, отмеченному на графике цифрой *2*, когда энергия магнитного поля израсходуется, конденсатор вновь окажется заряженным, только теперь на его нижней обкладке будет положительный, а на верхней отрицательный заряд (рис. 84,*в*). Теперь электроны начнут обратное движение—с верхней обкладки конденсатора через катушку на нижнюю обкладку конденсатора. К моменту *3* (рис. 84,*г*) конденсатор разрядится, а магнитное поле катушки достигнет наибольшего значения. И опять э. д. с. самоиндукции гонит по проводу катушки электроны, перезаряжая тем самым конденсатор.

В момент времени *4* (рис. 84,*д*) будет такое же состояние электронов в контуре, которое было в момент *О*. Закончилось одно полное колебание. Естественно, что заряженный конденсатор вновь будет разряжаться на катушку, перезаряжаться и произойдет второе, за ним третье, четвертое и так далее колебания. Другими словами, в контуре возникнет переменный электрический ток.

Но колебательный процесс в контуре не будет бесконечным. Он будет продолжаться до тех пор, пока вся энергия, полученная конденсатором от батареи, не израсходуется на преодоление сопротивления провода катушки контура. Эти колебания в контуре являются свободными и, следовательно, затухающими.

Однако в контуре можно получить и незатухающие — вынужденные — колебания, если при каждом колебании пополнять контур новой порцией электрической энергии от какого-либо источника переменного тока.

Затухающие и незатухающие электрические колебания в контуре изображают графически так же, как механические колебания.

Каким же образом возникают колебания в контуре детекторного приемника? Ведь он не имеет батареи.

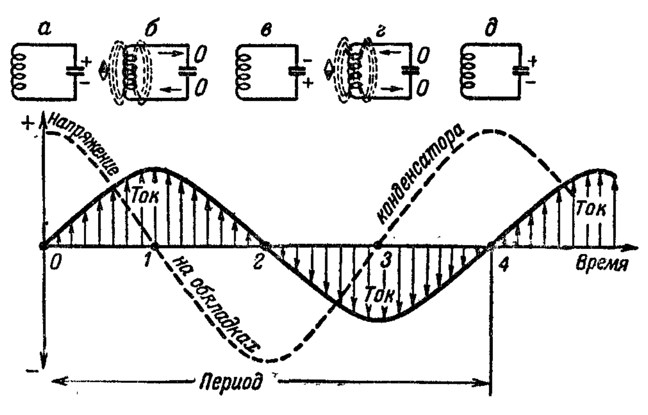


Рис. 84. Электрические колебания в контуре.

Да, детекторный приемник батареи не имеет. Но его колебательный контур соединен с антенной, в которой радиоволны возбуждают переменный ток высокой частоты. Этот ток и сообщает конденсатору контура первоначальный заряд, он же и поддерживает колебания в контуре.

Такое явление происходит не только в контуре детекторного, но и любого другого радиоприемника.

ЧАСТОТА КОЛЕБАНИЙ В КОНТУРЕ

Вернемся к механическим колебаниям.

Проведи такой опыт. Возьми нитку длиной примерно в 1,5 *м*, привяжи ее одним концом к наличнику двери или к другому высокому предмету, а к другому концу нитки подвесь грузик. Получится простейший маятник. Отведи грузик и отпусти его. Дай маятнику свободно качаться. Возьми часы с секундной стрелкой и определи, сколько полных колебаний совершит маятник за 1 *мин.* Получится примерно 25—30 колебаний. Значит, период колебания равен 2,5—2 *сек.* Какой бы ты ни пытался создать первоначальный размах маятнику, его частота колебаиий будет неизменной. Но стоит только укоротить нитку, как частота колебаний возрастет.

При одной и той же длине нитки всегда будет одна и та же частота колебаний. Это собственная частота колебаний маятника. Оиа будет тем больше, чем короче нитка. Чтобы получить заданную частоту колебаний, надо подобрать соответственно длину нитки.

Нечто подобное наблюдается и в колебательном контуре. Чем больше число витков и диаметр катушки, тем больше ее индуктивность, тем больше будет продолжительность периода каждого колебания. Собственная частота колебаний в контуре соответственно будет меньше. И наоборот, с уменьшением индуктивности катушки сократится период колебания — возрастет собственная частота колебаний в контуре.

Частота колебаний в контуре зависит и от емкости конденсатора. Чем больше емкость, тем больший заряд он может накопить, тем больше потребуется времени для его перезарядки, а это уменьшит частоту колебаний в контуре. С уменьшением емкости конденсатора частота контура возрастает.

Следовательно, частоту электрических колебаний в контуре можно изменять путем изменения индуктивности катушки или емкости конденсатора. На практике, это тобой уже проверено, используют то и другое.

РЕЗОНАНС

Рассказывают, что в Петербурге от шедших в ногу солдат обвалился Египетский мост. Почему это случилось? Все солдаты ритмично шагали по мосту. Мост от этого стал раскачиваться — колебаться. По случайному стечению обстоятельств собственная частота колебаний моста совпала с частотой шага роты солдат, как говорят, мост попал в р е з о н а н с. Мост получал все новые и новые порции энергии. В результате он настолько сильно раскачался, что обрушился. Слаженность воинского строя нанесла вред мосту. Если бы резонанса между собственной частотой колебаний моста и частотой шага солдат не было, с мостом ничего бы не случилось. Поэтому, между прочим, при прохождении строя солдат через мосты всегда подается команда: «сбить ногу».

Подойди к какому-нибудь струнному музыкальному инструменту и громко крикни «а» — какая-то из струн отзовется — зазвучит. Происходит это потому, что звуковые колебания воздуха колеблют струны, и та из них, которая окажется в резонансе с частотой звука, будет колебаться сильнее остальных струн, она-то и отзовется на звук.

Подобные же явления наблюдаются и в колебательном контуре. Здесь электрический резонанс — важнейшее условие для радиоприема.

От действия волн многих радиостанций в приемной антенне возбуждаются токи самых различных частот. Нам же из всех этих частот надо выбрать только частоту той радиостанции, которую мы хотим слушать. Для этого мы должны так подбирать число витков катушки и конденсатор колебательного контура, чтобы его собственная частота совпадала с частотой тока, создаваемого в антенне волнами выбранной нами станции. В этом случае в контуре возбудятся наиболее сильные колебания с частотой сигналов той радиостанции, на волну которой он настроен. Это и есть настройка контура приемника в резонанс с частотой передающей станции. При этом сигналы других станций совсем слышны не будут или будут прослушиваться очень слабо, так как возбуждаемые ими колебания в антенне будут очень слабыми.

Таким образом, настраивая контур на частоту той или иной радиостанции, мы как бы отбираем, выделяем только колебания частоты одной станции. Чем лучше будет выделять контур желаемые колебания из антенны, тем выше избирательность приемника, тем слабее будут помехи приему со стороны других радиостанций.

НАСТРОЙКА КОЛЕБАТЕЛЬНОГО КОНТУРА

Схема замкнутого колебательного контура, рассчитанного для работы в приемнике с фиксированной настройкой, показана на рис. 85,*а*.

Чтобы замкнутый колебательный контур можно было настраивать на различные частоты, в нем надо изменять индуктивность катушки или емкость конденсатора, либо то и другое. Так, например, настройка контура, показанного на рис. 85,*б*, осуществляется переключателем секций катушки. Этот контур должен напомнить тебе детекторный приемник с секционированной катушкой. Такой контур не всегда можно настроить точно на нужную частоту.

В контуре, показанном на рис. 85,*в*, применен знакомый тебе вариометр. Здесь грубая настройка осуществляется переключением отводов секций катушки L_2, а плавная — вращением катушки L_1 внутри катушки L_2. Стрелка, пересекающая катушки, показывает, что контур обладает переменной индуктивностью.

Настройка контура, показанного на рис. 85,*г*, осуществляется только с помощью конденсатора переменной емкости. Такой контур может быть настроен в сравнительно узком диапазоне волн и для его расширения требуется смена катушек, имеющих различные индуктивности.

В контуре, собранном по схеме рис. 85,*д*, применены катушка с отводами и конденсатор переменной емкости. Грубая настройка этого контура производится переключением секций катушки, а плавная — изменением емкости конденсатора. Ползунок переключателя часто соединяют с концом катушки, как это показано на схеме пунктиром.

Контур, показанный на рис. 85,*е*, имеет несколько конденсаторов различной емкости, присоединяемых к катушке при помощи переключателя. В этом контуре работают катушка и тот конденсатор, который подключен к ней. Такой контур пригоден для приемника с тремя фиксированными настройками.

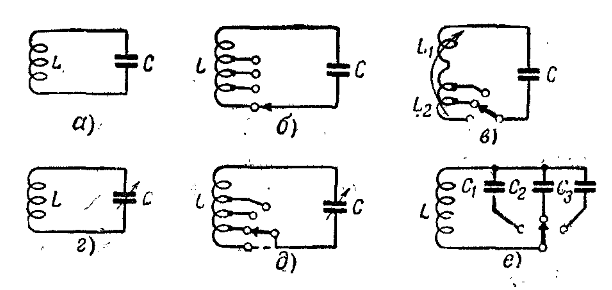


Рис. 85. Разновидности замкнутого колебательного контура.

Замкнутые колебательные контуры применяют в сложных ламповых приемниках, в передающих станциях, в радиоизмерительной и специального назначения аппаратуре.

ОТКРЫТЫЙ КОЛЕБАТЕЛЬНЫЙ КОНТУР

Ты знаешь, что антенна и земля образуют конденсатор, обладающий некоторой емкостью. Одной его «обкладкой» является провод антенны, а другой — земля. Антенну можно еще рассматривать и как неполный виток большой катушки. Стало быть, антенна одновременно обладает и индуктивностью. А емкость совместно с индуктивностью образуют колебательный контур. Такой контур называют открытым колебательным контуром. Он тоже обладает собственной частотой колебаний. Радиоволны, излучаемые радиостанциями, возбуждают в таком контуре электрические колебания высокой частоты. Включая между антенной и землей катушки индуктивности и конденсаторы, мы можем изменять его собственную частоту — настраивать этот контур в резонанс с различными частотами. О том, как это практически делается, мы уже говорили в предыдущих беседах.

В заключение беседы отметим, что если радиостанция излучает модулированные электромагнитные колебания, то и в колебательном контуре приемника получаются модулированные колебания высокой частоты.

Беседа двенадцатая

ДЕТЕКТОРЫ И ДЕТЕКТИРОВАНИЕ

Детектор — прибор, при помощи которого модулированные колебания высокой частоты преобразуются в колебания звуковой частоты. Он есть в любом приемнике, будь то детекторный, простой одноламповый или сложный многоламповый, только в одних случаях это — кристаллический детектор, в других — ламповый. Не будь в приемнике детектора, нам не удалось бы услышать передачи радиостанций.

В этой беседе мы расскажем об устройстве и работе кристаллического детектора, с которым ты уже имел дело, строя свой первый приемник.

КАК УСТРОЕН ДЕТЕКТОР

Простейший детектор состоит из кристаллика какого-нибудь полупроводника и упирающейся в него острием проволочки. Они образуют контакт, обладающий свойством выпрямлять ток, что и используется для детектирования модулированных колебаний высокой частоты.

Внешний вид одного из детекторов и его внутреннее устройство (в несколько увеличенном виде) изображены на рис. 86. Это — полупроводниковый точечный диод типа Д1. Он представляет собой запаянную с концов стеклянную трубочку длиной 9 *мм* и диаметром 3 *мм.* Наружу выходят посеребренные проволочки длиной по 50 *мм.* Это выводы детектора. К одному из них припаяна тонкая пластинка из полупроводника германия, имеющая площадь около 1 $мм^2$, а к другому — вольфрамовая проволочка. Она слегка изогнута, чтобы пружинила. Острие проволочки упирается в германиевую пластинку. Это очень маленький, прочный детектор.

В качестве детекторов применяют также полупроводниковые точечные диоды типа ДГ-Ц (рис. 87). Такой диод представляет собой керамическую трубку, с одного конца которой впрессован металлический фланец с иглой из вольфрамовой проволоки, а с другого — кристаллодержатель с маленькой пластинкой германия.

Такие детекторы припаиваются своими выводами непосредственно к другим деталям приемника.

Припаивая детектор-диод, не перегревай его, иначе он испортится. Советуем при пайке схватывать плоскогубцами припаиваемый вывод; они будут отводить тепло и детектор не нагреется.

В магазинах, торгующих радиодеталями, ты можешь встретить детектор в виде небольшой пластмассовой коробочки, напоминающей внешним видом штепсельную вилку (рис. 88). Внутри этой коробочки находится диод типа Д-1 или ДГ-Ц. Контактными ножками она вставляется в гнезда приемника, предназначенные для включения детектора.

Кроме этих детекторов, ты можешь встретить некоторые другие, например кремниевые, смонтированные в корпусах штепсельных вилок, купроксные детекторы, собранные в длинных пластмассовых трубочках. Все они могут быть использованы для детекторных приемников.

ДЕТЕКТИРОВАНИЕ

Каким же образом происходит детектирование?

В полупроводниковой пластинке детектора (германиевой, кремниевой), около того места, где к ней прикасается острие проволочки, имеется так называемый з а п о р н ы й слой, обладающий очень интересным свойством. Если подключить к детектору источник постоянного напряжения так, чтобы его положительный полюс был присоединен к выводу проволоки, а отрицательный к выводу полупроводника, через запорный слой свободно проходит ток. Если же полюса источника поменять местами, через запорный слой ток не идет. Следовательно, детектор обладает односторонней проводимостью тока.

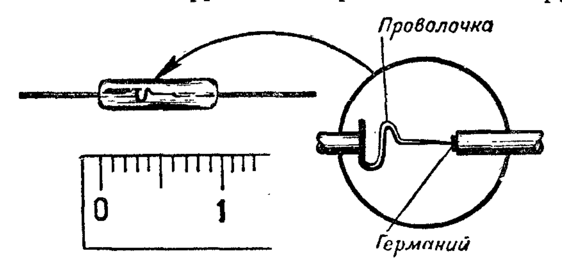


Рис. 86. Германиевый диод Д-1.

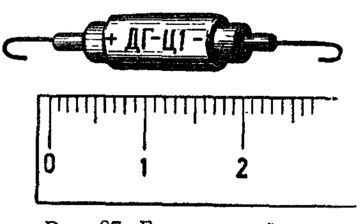
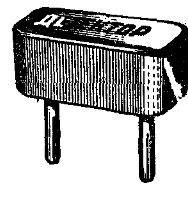


Рис. 87. Германиевый диод ДГ-Ц.


Рис. 88. Детектор в пластмассовой коробочке.

Ну, а если к детектору подвести переменный ток? В этом случае запорный слой подобно клапану будет пропускать через себя положительные полупериоды и не пропускать отрицательные полупериоды. Этот процесс называется **выпрямлением** переменного тока.

А теперь расскажем, как работает детектор в приемнике. Радиоволны возбуждают в его колебательном контуре модулированные колебания высокой частоты. К нему подключена детекторная цепь. Для детекторной цепи колебательный контур является источником переменного тока. Поступающие из контура в детекторную цепь колебания высокой частоты (рис. 89,*а*) будут выпрямлены, так как детектор пропускает через себя ток только одного направления (рис. 89,*б*). Такой ток одного направления, но изменяющийся по величине называют пульсирующим током. Если вершины высокочастотных импульсов соединить линией, то получится «рисунок» тока звуковой частоты, которым модулировался ток в антенне радиостанции во время передачи. Чтобы преобразовать этот ток в звук, его надо пропустить через телефонные трубки.

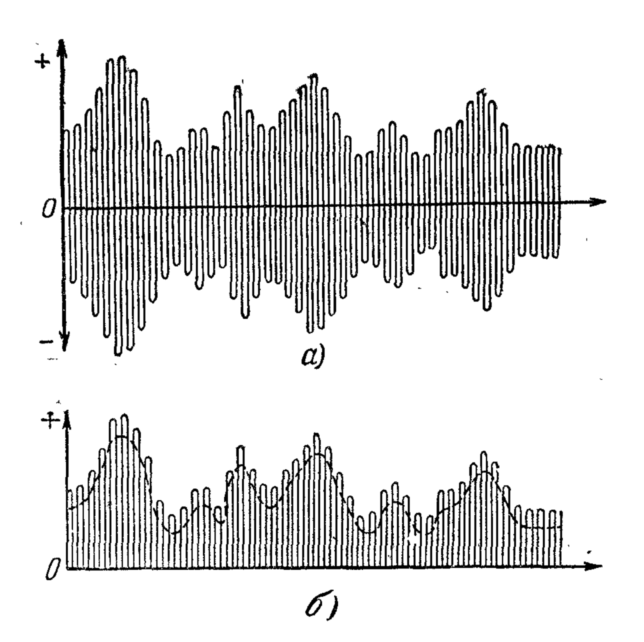


Рис. 89. Детектирование модулированных колебаний высокой частоты.

СОСТАВЛЯЮЩИЕ ТОКА ДЕТЕКТОРНОЙ ЦЕПИ

Из рис. 89,*б* видно, что выпрямленный детектором ток состоит из высокочастотных импульсов, высота которых изменяется со звуковой частотой. Такой ток можно разложить на два тока — **высокочастотный** и **низкочастотный**. Их иначе называют **высокочастотной составляющей** и **низкочастотной составляющей** пульсирующего тока.

В приемниках, которые ты уже делал, параллельно гнездам, предназначенным для включения телефонов, подключались блокировочные конденсаторы. Зачем они нужны?

Емкость блокировочного конденсатора такова, что через него свободно проходят токи высокой частоты, а токам низкой частоты он оказывает значительное сопротивление. Телефон, наоборот, беспрепятственно пропускает через себя токи низкой частоты и оказывает большое сопротивление токам высокой частоты.

Поэтому мы получаем разделение составляющих пульсирующего тока: его высокочастотная составляющая идет через блокировочный конденсатор, а низкочастотная — через телефон. Для чего же это нужно? А дело в том, что если бы блокировочного конденсатора не было, телефон сильно ослаблял бы ток высокой частоты в детекторном контуре и детектор работал бы плохо: получилась бы малая низкочастотная составляющая, и слышимость передачи была бы слабой.

Назначение блокировочного конденсатора можно объяснить еще и так. Телефон из-за инертности его мембраны не может отзываться на каждый высокочастотный импульс тока. А если бы мембрана и могла колебаться с высокой частотой, мы все равно не услышали бы передачу — наше ухо не реагирует на высокочастотные колебания. Чтобы телефон работал, надо как-то «заполнить» провалы между высокочастотными импульсами. Эта задача решается с помощью блокировочного конденсатора. Происходит это следующим образом. Отдельные высокочастотные импульсы заряжают конденсатор. В моменты между импульсами конденсатор заряжается через телефон, заполняя таким образом «провалы» между импульсами. В результате через телефон идет ток, изменяющийся по величине со звуковой частотой. На графике рис. 89,*б* он обозначен пунктирной линией.

Но почему детекторный приемник работает и без блокировочного конденсатора? В этом случае роль блокировочного конденсатора выполняет емкость между проводами шнура, которым телефон соединяется с приемником. Но так как эта емкость мала, ток через детектор получается меньше, чем при наличии блокировочного конденсатора и передача слышна слабее. Особенно это заметно при приеме отдаленных станций.

САМОДЕЛЬНЫЕ ДЕТЕКТОРЫ

Если не удастся приобрести готовый детектор, детектор можно сделать самому.

Одна из конструкций самодельного детектора показана на рис. 90. Основанием детектора служит колодочка длиной 35 *мм*, шириной 15 *мм* и толщиной 3—5 *мм*. Выпили ее из прочного изоляционного материала — эбонита, текстолита, фибры или из сухой фанеры. Углы колодочки закругли напильником. Просверли в ней два отверстия для ножек от штепсельной вилки. Расстояние между центрами отверстий должно быть 20 *мм*. К одной ножке под гайку прикрепи чашечку, свитую из медной проволоки толщиной 1—1,5 *мм*. В эту чашечку плотно вставь кристалл галена (свинцового блеска), обернутый фольгой.

Рычажок сделай из двух полосок, вырезанных из любого металла толщиной 1—1,5 *мм*. Стойку рычажка в нижней части согни под прямым углом. Просверли отверстие, через которое стойка крепится на контактной ножке под гайку. Обе части рычажка скрепи болтиком. Конец рычажка, на который надевается деревянная ручка, заточи, чтобы ручка при ее надевании не трескалась и хорошо держалась.

Спираль можно свить из балалаечной или гитарной струны на гвозде. Конец спирали, соприкасающийся с кристаллом, должен быть очень острым. Рекомендуем расплющить его молотком и срезать наискось ножницами.

Рычажок должен опускаться и подниматься свободно и в то же время удерживаться в нужном положении. При этом спираль должна только слегка прикасаться к поверхности кристалла.

Такой детектор работает не при всяком положении острия спирали на кристалле. На поверхности кристалла есть так называемые чувствительные точки — места, где образуется запорный слой при соприкосновении с ними острия.

Чтобы найти чувствительную точку, острие спирали нужно переставлять на кристалле с места на место, поднимая и опуская рычажок. Дело это очень кропотливое: стоит только чуть толкнуть приемник, острие сбивается с чувствительной точки и ее снова нужно искать.

Кристалл свинцового блеска — гален можно изготовить самому. Для этого потребуются чистый свинец, сера в порошке (так называемый серый цвет) и стеклянная пробирка.

Кусок свинца наскобли ножом или напили крупным напильником. Полученные опилки смешай с серой. Примерная пропорция свинца и серы должна быть такая: свинцовых опилок 20—30 *г*, серы 5—8 *г*. Если нет весов, можно смешать порции, равные по объему, например один наперсток свинцовых опилок и столько же серы. Смесь насыпь в пробирку и слегка утрамбуй деревянной палочкой. К пробирке приделай проволочную ручку, чтобы при нагревании пробирки не обжечь пальцы (рис. 91).

Пробирку со смесью нагревай на огне спиртовки, керосинки или примуса (это нужно делать на воздухе или в каком-либо нежилом помещении). Вначале пробирку держи высоко над пламенем, а затем, когда сера расплавится, поднеси пробирку ближе к огню. Когда смесь накалится, сними пробирку с огня и, держа в вертикальном положении, дай ей постепенно остынуть. Кристалл можно достать, только разбив пробирку.

Получившаяся масса похожа на шлак. В местах излома она имеет блестящую зернистую поверхность. Такая поверхность кристалла и обладает хорошими детектирующими свойствами. В детекторе она должна быть обращена к острию стальной пружинки.

Надо сказать, что с первого раза не всегда удается получить кристалл хорошего качества. Если нагрев пробирки производить на

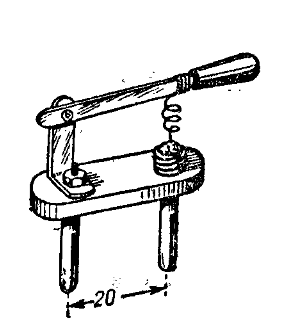


Рис. 90. Конструкция самодельного галенового детектора.

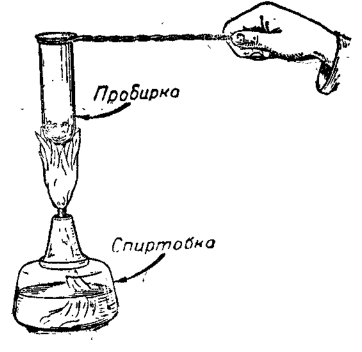


Рис. 91. Пробирку со смесью серы и свинцовых опилок подогревают на огне.

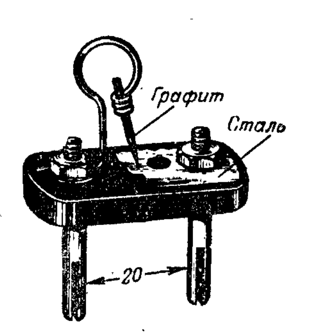


Рис. 92. Графитовый детектор.

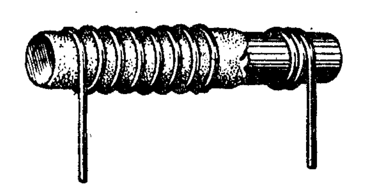


Рис. 93. Самодельный детектор с постоянной чувствительной точкой.

сильном огне, она может лопнуть и смесь свинца с серой сгорит. При неудаче не отчаивайся, а повтори опыт еще раз.

Если нет свинца и серы, можно сделать графитовый детектор. Его устройство показано на рис. 92. В нем детектирует контакт между графитом от твердого (марки Т) простого (не химического) карандаша длиной 20—25 *мм* и кусочком стального незаржавевшего лезвия от безопасной бритвы. Изоляционная колодочка и контактные ножки — точно такие же, как в конструкции галенового детектора. Кусочек лезвия от безопасной бритвы зажат под гайку контактной ножки. Под гайку второй контактной ножки поджат конец медной проволочки, другой конец которой обмотан 3—4 раза вокруг графитового стерженька. Остро заточенный конец графита соприкасается с поверхностью лезвия. Длина проволочной петли, удерживающей графитовый стержень, должна быть достаточной для того, чтобы острие графита можно было перемещать по всей поверхности лезвия и тем самым находить наиболее чувствительную точку детектора.

Графитовый детектор работает вполне удовлетворительно. Недостаток его — малая устойчивость чувствительной точки и необходимость частой заточки острия графита.

Можно попробовать сделать детектор с постоянной чувствительной точкой. Его устройство (в сильно увеличенном виде) показано на рис. 93. Возьми кусочек медной проволоки толщиной 2,5—3 *мм* и длиной 20—30 *мм*. Зачисти ее до блеска мелкой шкуркой, накали докрасна на спиртовке, газовой горелке или на примусе и быстро опусти в нашатырный спирт. На проволоке образуется тонкий слой окиси. Он является полупроводником. Очисти осторожно один конец проволоки от слоя окиси и прикрути к нему кусок медной проволоки. К другому концу окисленной проволоки, не зачищая его, прикрути кусок неокисленного медного провода. Свободные концы этих проводников будут служить выводами детектора. Изготовить хороший детектор с первого раза не всегда удается. Поэтому советуем изготовить несколько таких детекторов и отобрать из них тот, который даст лучшие результаты.



Беседа тринадцатая

ГОЛОВНОЙ ТЕЛЕФОН

Головной телефон является «конечным» звеном приемника, которое, образно выражаясь, «выдает готовую продукцию» — звук. Это один из старейших электротехнических приборов, почти без изменения сохранивший свои основные черты до наших дней. Расскажем, как он устроен и работает.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ ГОЛОВНОЙ ТЕЛЕФОН

В радиолюбительской практике наиболее распространены головные телефоны типа ТОН-1. Это — две последовательно соединенные трубки, прикрепленные к оголовью — металлической дуге, при помощи которой трубки хорошо прилегают к ушам.

Отвернем крышку одного из телефонов (рис. 94). Под ней находится мембрана — круглая жестяная пластинка. Сняв мембрану, мы увидим две катушечки, насаженные на выступающие из дна корпуса пластинки, являющиеся полюсными наконечниками постоянного магнита. Катушки соединены между собой последовательно, а их крайние выводы припаяны к стерженькам, впрессованным в дно корпуса. С наружной стороны к стерженькам при помощи зажимных винтов подключен шнур с однополюсными штепсельными вилками.

Магнит телефона не виден, потому что он впрессован в дно корпуса. Чтобы ты имел представление, как выглядит магнит, мы показываем его на рис. 95. Это — небольшой кусочек специального магнитного сплава, к которому приварены стальные пластинки — полюсные наконечники.

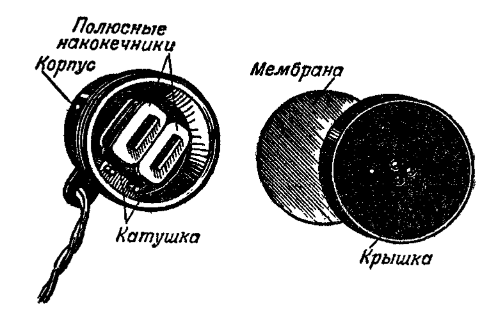


Рис. 94. Устройство электромагнитной трубки.

Как работает телефон? Около полюсов магнита, опираясь на бортики корпуса телефона, находится мембрана (рис. 96). Под действием поля магнита она немного прогибается в середине, но не прикасается к полюсам магнита. Если через катушки пропустить ток, в полюсных наконечниках возникнет магнитное поле, которое будет взаимодействовать с полем постоянного магнита. Сила этого единого магнитного поля, а значит и сила притяжения мембраны, зависит от направления тока в катушках. При одном направлении тока, когда направления магнитных силовых линий катушек и магнита совпадают, их поля складываются и мембрана сильнее притягивается к полюсам магнита (на рис. 96 показано пунктиром). При другом направлении тока направления силовых линий катушек и магнита будут встречными и общее поле слабее, чем поле магнита. В этом случае мембрана слабее притягивается полюсными наконечниками и несколько удаляется от них, выпрямляется.

Очевидно, что если через катушки головного телефона пропускать переменный ток низкой частоты, магнитное поле будет то усиливаться, то ослабляться, а мембрана будет то приближаться к полюсам магнита, то отходить от них, т. е. колебаться с частотой тока. Колеблясь, мембрана будет создавать в воздухе звуковые волны.

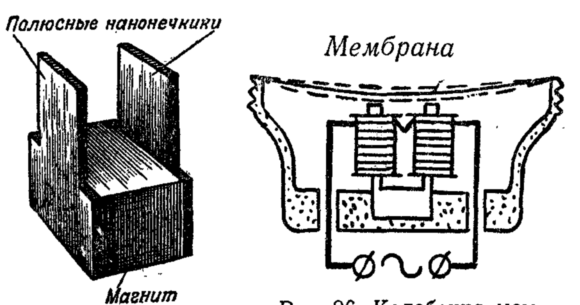


Рис. 95. Магнит телефонной трубки.

Рис. 96 Колебания мембраны электромагнитного телефона.

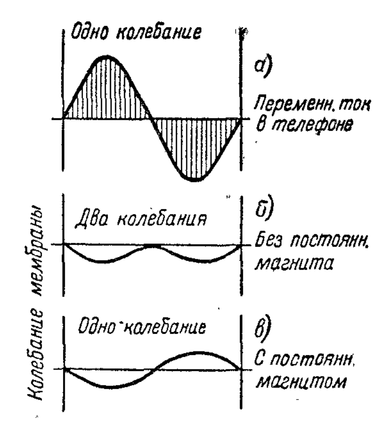


Рис. 97. Телефон с постоянным магнитом дает неискаженное воспроизведение звука, а при отсутствии постоянного магнита мембрана колеблется с удвоенной частотой.

С первого взгляда может показаться, что постоянный магнит в телефоне не нужен, катушки можно надеть на железную ненамагниченную подковку. Но это не так.

Если полюсные наконечники не будут постоянно намагничены, то они будут притягивать мембрану независимо от того, идет ли ток через катушки в одном направлении или в другом. Когда же ток отсутствует, мембрана вообще не притягивается. Поэтому, если в телефоне не будет постоянного магнита, то за один период переменного тока мембрана притянется при первом полупериоде, отойдет от него и еще раз притянется при втором полупериоде, т. е. за один период переменного тока (рис. 97,*а*) она сделает два колебания (рис. 97,*б*). Если, например, частота тока 500 *гц*, то мембрана телефона за секунду сделает 500×2=1 000 колебаний, т. е. тон звука будет вдвое выше нормального. Вряд ли нас устроит телефон, искажающий звук.

С постоянным же магнитом телефон работает без искажений. При одном полупериоде происходит усиление магнитного поля — уже притянутая мембрана прогнется еще больше. При другом полупериоде поле ослабевает и мембрана, выпрямляясь, отходит дальше от полюсов магнита. Таким образом, при наличии постоянного магнита мембрана за один период переменного тока делает только одно колебание (рис. 97,*в*), телефон не искажает звук. Постоянный магнит, кроме того, повышает громкость звучания головного телефона.

Качество работы телефона оценивается главным образом с точки зрения его чувствительности — способности реагировать на слабые колебания. Чем слабее электрические колебания, на которые отзывается телефон, тем выше его чувствительность.

От чего зависит чувствительность головного телефона? Прежде всего от числа витков катушек и качества магнита. Чем больше витков имеют катушки и чем сильнее магнит, тем выше чувствительность телефона. Два телефона с совершенно одинаковыми магнитами, но с катушками, содержащими неодинаковое число витков, будут различны по чувствительности. Лучшей чувствительностью будет обладать тот из них, в котором использованы катушки с большим числом витков.

На чувствительность телефона сильно влияет также положение мембраны относительно полюсных наконечников магнита. Наилучшая чувствительность трубки будет в том случае, когда мембрана находится очень близко к полюсным наконечникам, но не прикасается к ним.

Телефоны принято подразделять на высокоомные — с большим числом витков и низкоомные — с относительно небольшим числом витков в катушках. Высокоомный телефон обладает более высокой чувствительностью по сравнению с низкоомным, он громче работает при слабых токах звуковой частоты. Для детекторных приемников пригодны только высокоомные головные телефоны.

Катушки головного телефона ТОН-1, об устройстве которого мы рассказали, намотаны эмалированным проводом толщиной 0,05 *мм* и имеют по 4 000 витков. Сопротивление их 2 200 *ом*. Эта величина выштампована на корпусе трубки. Поскольку два телефона соединены последовательно, их общее сопротивление равно 4 400 *ом*.

Низкоомные телефоны используются только в телефонных аппаратах. Их катушки намотаны сравнительно толстым проводом и содержат относительно небольшое число витков. Сопротивление их всего несколько десятков ом. Такие телефоны для радиоприемника непригодны.

Как проверить исправность и чувствительность телефонов? Прижми их к ушам. Смочи слюной контактные ножки на конце шнура, а затем коснись ими друг друга, — в телефонах должен быть слышен слабый щелчок. Чем сильнее этот щелчок, тем чувствительнее телефоны. Щелчки получаются потому, что смоченный контакт между металлическими ножками представляет собой очень слабый источник тока.

Более грубая проверка телефона делается при помощи батарейки от карманного электрического фонарика. При подключении телефона к батарейке и отключении от нее будут слышны резкие щелчки. Если щелчков не будет, это укажет на то, что в катушках или шнуре телефонов имеется обрыв или плохой контакт.

ТЕЛЕФОННЫЙ ПРОБНИК

Из электромагнитного телефона и батарейки для карманного фонаря можно сделать простой испытатель радиодеталей и радиосхем или, как его называют, пробник. Для этого одну из контактных ножек телефона надо соединить с одним из полюсов батарейки. Оставшиеся свободными ножку телефона и вывод батарейки подключают к испытываемой детали (рис. 98).

Пользоваться пробником следует в таком порядке. Сначала испытай сам пробник, коснувшись обеими контактными ножками телефона полюсов батарейки. В телефоне должен быть слышен довольно сильный щелчок. Такой же щелчок будет слышен в телефоне при отключении его от батарейки. Если щелчки слышны, пробник исправен.

Чтобы проверить обмотку катушки индуктивности, ее надо включить в цепь пробника. Если катушка исправна, через нее идет ток, в моменты замыкания и размыкания цепи в телефоне слышны резкие щелчки. Если в катушке имеется обрыв, ток через нее не пойдет и никаких щелчков в телефоне не полу-

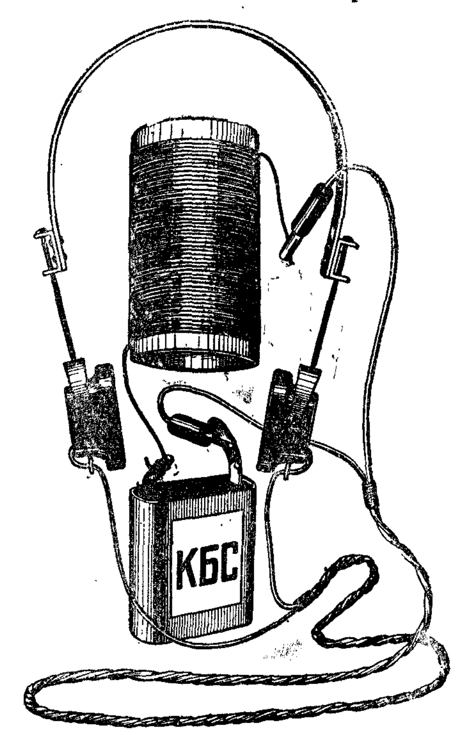


Рис. 98. Испытание катушки при помощи телефонного пробника.

чится. Если на каркасе имеется несколько катушек, таким способом можно испытать каждую из них.

Проверка конденсатора производится так же. Если конденсатор вполне исправен, то при первом замыкании цепи в телефоне пробника будет слышен щелчок, а при размыкании цепи щелчка не будет. Чем больше емкость конденсатора, тем щелчок сильнее. Щелчок этот вызывается током заряда конденсатора, идущим через телефон. У конденсатора малой емкости ток заряда очень мал, а поэтому щелчок будет очень слаб или его совсем не будет.

Если же при испытании конденсатора будет слышен щелчок не только при замыкании, но и при размыкании цепи, это укажет на плохое качество диэлектрика или на то, что он «пробит». Такой конденсатор для приемника непригоден.

Для проверки конденсатора переменной емкости нужно включить его в цепь пробника и медленно вращать ось подвижных пластин. Если в каком-то положении оси в телефоне будет слышен треск, значит на этом участке подвижные и неподвижные пластины задевают друг за друга, замыкаются. Осмотрев конденсатор, надо найти место касания пластин и подгибанием их с помощью ножа (или подвертыванием установочного винта) устранить неисправность.

Отметим, что определить годность батарейки телефоном нельзя, так как в нем будет слышен сильный щелчок и при разрядившейся батарейке, уже не способной накаливать нить лампочки.

Беседа четырнадцатая

ЗАКОНЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

Рассказывая в предыдущих беседах об электрическом токе, о сущности радиопередачи и радиоприема, о работе детекторного приемника и его деталей, мы в ряде случаев ограничивались лишь краткими объяснениями тех или иных явлений, прибегали к примерам, сравнениям, не занимаясь подробным изучением процессов.

Изучение и постройка ламповых радиоприемников и усилителей требуют более глубоких знаний электротехники и ее законов, а также умения производить некоторые расчеты. Познакомимся с основными из них.

СОЕДИНЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЙ

В ряде случаев приходится соединять сопротивления между собой последовательно (рис. 99) или параллельно (рис. 100).

При последовательном соединении сопротивлений их общее сопротивление всегда равно сумме всех соединенных в эту цепочку сопротивлений, т. е.

$$R_1 + R_2 + R_3 \text{ и т. д.}$$

Так, например, если $R_1 = 15$ *ом*, $R_2 = 35$ *ом*, то их общее сопротивление $R_{общ} = 15 + 35 = 50$ *ом*.

При параллельном соединении сопротивлений (рис. 100) их общее сопротивление всегда меньше каждого отдельно взятого сопротивления и определяется по такой формуле:

$$R_{общ} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}.$$

Допустим, что $R_1 = 20$ *ком*, а $R_2 = 30$ *ком*. В этом случае общее сопротивление участка цепи, состоящей из этих двух сопротивлений, будет равно:

$$R_{общ} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{20 \cdot 30}{20 + 30} = 12 \text{ ком.}$$

Когда параллельно соединяют два одинаковых по величине сопротивления, то их общее сопротивление будет равно половине величины одного из этих сопротивлений.

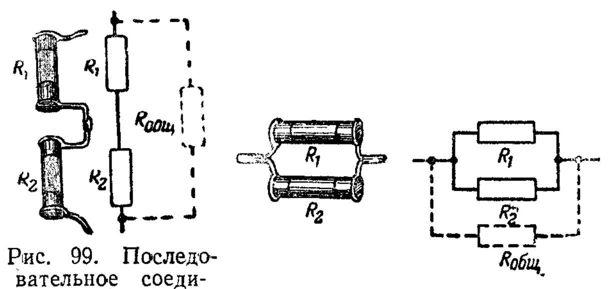


Рис. 99. Последовательное соединение сопротивлений.

Рис. 100. Параллельное соединение сопротивлений.

Когда ты начнешь собирать ламповые приемники или усилители, довольно часто придется прибегать к последовательному или параллельному соединению сопротивлений. Поэтому надо научиться рассчитывать общее сопротивление нескольких соединенных сопротивлений.

Представь себе такой случай. Тебе нужно иметь сопротивление величиной 250 *ком*, а у тебя нет такого сопротивления, но есть сопротивления других величин, например по 500 *ком*, по 125 *ком*. Можно из них составить сопротивление требуемой величины? Конечно, можно! Сделать это легко, если знаешь, что получается при соединении сопротивлений.

ИНДУКТИВНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ

В цепи переменного тока на величину тока влияет не только сопротивление проводника, включенного в цепь, но и его индуктивность. Поэтому в цепях переменного тока различают так называемое омическое или активное сопротивление, определяемое свойствами материала проводника, и индуктивное сопротивление, определяемое индуктивностью проводника.

Прямой проводник обладает сравнительно небольшой индуктивностью. Но если этот проводник свернуть в катушку, его индуктивность увеличивается. При этом увеличивается и сопротивление, оказываемое им переменному току, — ток в цепи уменьшается.

ЗАПОМНИ: СОПРОТИВЛЕНИЕ КАТУШКИ ИНДУКТИВНОСТИ ПЕРЕМЕННОМУ ТОКУ ВОЗРАСТАЕТ С УВЕЛИЧЕНИЕМ ЕЕ ИНДУКТИВНОСТИ И ЧАСТОТЫ ПРОХОДЯЩЕГО ПО НЕЙ ТОКА. Это свойство катушки используется в различных цепях приемников, когда требуется ограничить величину тока высокой частоты или когда надо выделить колебания высокой частоты, в [illegible]ы-прямителях переменного тока и во м[illegible] их других случаях, с которыми тебе еще п[illegible]ет-ся столкнуться на практике.

Единицей индуктивности является г[illegible]ри (сокращенно *гн*). Индуктивностью 1 *гн* [illegible]ла-дает такая катушка, у которой при и[illegible]не-нии тока на 1 *а* в течение 1 *сек* разви[illegible]тся э. д. с. самоиндукции, равная 1 *в*. Это [illegible]ди-ницей пользуются для определения инд[illegible]ив-ности катушек, которые включаются [illegible]епи токов низкой частоты. Индуктивность [illegible]ту-шек, используемых в колебательных [illegible]ту-рах, измеряют в тысячных долях генри, [illegible]зы-ваемых миллигенри (пишут *мгн* [illegible]ли еще в тысячу раз меньшей единицей — [illegible]к-рогенри (*мкгн*).

ЗАКОН ОМА

Величина тока во всякой электрической цепи постоянного тока зависит от действующего в ней напряжения и сопротивления проводников и других деталей, составляющих эту цепь. При этом ток в цепи прямо пропорционален действующему в ней напряжению и обратно пропорционален ее сопротивлению. Этот закон выражается следующей формулой:

$$I=\frac{U}{R},$$

где I — ток в амперах;
U — напряжение в вольтах;
R — сопротивление в омах.

Это — закон Ома. Он является важнейшим законом электротехники. Справедлив он не только для всей цепи, в которой течет постоянный ток, но и для каждого ее участка.

Закон Ома можно записать и так:

$$U=IR; \quad R=\frac{U}{I}.$$

Используя эти три формулы, можно по двум известным величинам узнать неизвестную третью. Ими можно пользоваться и для цепи с переменным током, если индуктивность ее мала.

Приведем несколько примеров практического применения закона Ома.

Пример первый. На концах цепи, обладающей сопротивлением 5 *ом*, действует постоянное напряжение 25 *в*. Узнать ток в цепи.

Решение:

$$I=\frac{U}{R}=\frac{25}{5}=5\ a.$$

Пример второй. На концах цепи действует постоянное напряжение 120 *в*. При этом в цепи идет ток, равный 20 *ма*. Узнать сопротивление цепи для постоянного тока.

Прежде чем решать этот пример, нужно величину тока 20 *ма* выразить в амперах. Это будет 0,02 *а*. А далее:

$$R=\frac{U}{I}=\frac{120}{0{,}02}=6\,000\ \text{ом, или } 6\ \text{ком}.$$

Пример третий. Через участок цепи, сопротивление которого равно 10 *ком*, течет ток величиной 20 *ма*. Каково напряжение, действующее на этом участке цепи?

Здесь, как в предыдущем примере, ток должен быть выражен в амперах (20 *ма*=

$=0{,}02$ *а*), а сопротивление в омах (10 *ком* = $=10\,000$ *ом*). Тогда

$$U=IR=0{,}02\cdot 10\,000=200\ в.$$

На цоколе лампочки карманного фонаря имеется надпись: 3,5 *в*, 0,28 *а*. Это значит, что лампочка будет нормально гореть при напряжении на концах ее нити 3,5 *в* и при этом через нее пройдет ток 0,28 *а*.

Пользуясь законом Ома, можно узнать, что накаленная нить лампочки фонарика имеет сопротивление

$$R=\frac{U}{I}=\frac{3{,}5}{0{,}28}=12{,}5\ ом.$$

Заметим, что сопротивление остывшей нити лампочки значительно меньше, чем накаленной.

Еще один пример. Напряжение источника тока 300 *в*. Какое сопротивление надо включить в цепь, чтобы ток в ней был 0,5 *а*?

Решение:

$$R=\frac{U}{I}=\frac{300}{0{,}5}=600\ ом.$$

При простейших расчетах электрических цепей часто пренебрегают сопротивлением соединительных проводов и внутренним сопротивлением источника тока, так как они очень малы по сравнению с сопротивлением основной нагрузки цепи — лампочки, нагревательного или другого прибора.

Приведенными формулами можно пользоваться и для цепей переменного тока, используемого для электроосвещения, если в этих цепях нет индуктивностей и конденсаторов или если индуктивности очень малы. При этом нужно иметь в виду, что если в эти формулы подставлять амплитудные значения напряжения, то мы получим соответственно амплитудные значения тока и наоборот. Если же в формулы подставлять соответствующие эффективные значения, то и в ответе мы получим эффективные значения.

ВЛИЯНИЕ ДОБАВОЧНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ НА ТОК В ЦЕПИ

Теперь затронем такие вопросы: как влияет на ток сопротивление, включаемое в цепь последовательно с нагрузкой или параллельно ей? Когда прибегают к таким включениям сопротивлений?

Разберем такой пример. У нас имеются батарея, дающая напряжение 7 *в*, и лампочка от карманного фонарика, рассчитанная на напряжение 3,5 *в* и ток 0,28 *а*. Если лампочку подключить к такой батарее, лампочка перегорит. Почему?

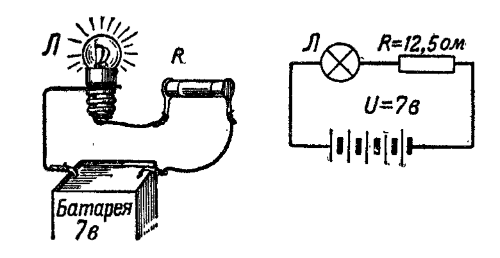


Рис. 101. Добавочное сопротивление, включенное последовательно с лампочкой, ограничивает ток через нее.

Выше мы подсчитали, что накаленная нить лампочки от карманного фонаря имеет сопротивление 12,5 *ом*. Если же ее питать от батареи с напряжением 7 *в*, через нее по закону Ома пройдет ток, почти вдвое превышающий тот ток, на который она рассчитана. Такую перегрузку нить не выдержит, она перекалится и разрушится.

Но эту лампочку все же можно питать от 7-вольтовой батареи, если включить последовательно в цепь добавочное сопротивление величиной 12,5 *ом*, как это показано на рис. 101.

В этом случае общее сопротивление цепи будет равно: 12,5 *ом* — сопротивление нити лампочки плюс 12,5 *ом* — добавочное сопротивление, т. е. 25 *ом*. При подключении батареи напряжением 7 *в* ток в этой цепи будет равен 0,28 *а* — он не превышает величины, на которую рассчитана нить накала.

При последовательном соединении сопротивлений ток одинаков во всех точках цепи. Можно включать амперметр в любую точку цепи, и всюду он будет показывать одну величину. Это явление можно сравнить с потоком воды в реке. Русло реки в различных участках может быть широкое или узкое, глубокое или мелкое. Однако за определенный п межуток времени через любой участок р а реки всегда проходит одинаковое колич ю воды.

противление, включенное последовательнс цепь (рис. 101), можно рассматривать ка сопротивление, «гасящее» часть напряже батареи. При включении добавочного со тивления напряжение батареи распредели между сопротивлением нити лампочки и авочным сопротивлением, так что напр ение на нити лампочки будет равно поло е напряжения батареи. Вторая же полови ее напряжения теряется или, как говоря адает на добавочном сопротивлении.

сть напряжения цепи, которое падает на бавочном сопротивлении, будет тем

больше, чем больше величина этого сопротивления. Зная величину тока и добавочного сопротивления, падение напряжения на нем легко подсчитать по знакомой тебе формуле:

$$U = IR,$$

где U — падение напряжения в вольтах;
I — ток в цепи в амперах;
R — величина добавочного сопротивления в омах.

Необходимую величину добавочного сопротивления можно найти по другой знакомой тебе формуле:

$$R = \frac{U}{I},$$

где R — искомая величина добавочного сопротивления в омах;
U — напряжение, которое необходимо погасить, в вольтах;
I — ток в цепи, выраженный в амперах.

Для нашего случая величина добавочного сопротивления равна:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{3{,}5}{0{,}28} = 12{,}5 \text{ ом}.$$

Собирая ламповые приемники или усилители, приходится очень часто включать в цепи добавочные сопротивления, чтобы «гасить» избыток напряжения. Приведем пример.

Нить накала электронной лампы типа 1Б1П рассчитана на ток 60 *ма* (0,06 *а*) при напряжении 1,2 *в*, а батарея дает напряжение 1,5 *в*. Какое сопротивление надо включить в цепь накала, чтобы лампа работала без перекала?

В данном случае надо погасить избыток напряжения, равный 0,3 *в*. А для этого в цепь накала надо включить сопротивление величиной

$$R = \frac{U}{I} = \frac{0{,}3}{0{,}06} = 5 \text{ ом}.$$

Изменяя величину добавочного сопротивления, можно уменьшать или увеличивать напряжение, которое падает на нем, и таким образом регулировать накал нити последовательно включенной с ним лампочки.

Для плавного изменения накала лампочки переменное сопротивление и лампочку можно подключить к батарее другим способом, как показано на рис. 102. Включенное таким образом переменное сопротивление называют потенциометром.

Если ползунок потенциометра передвинуть в крайнее нижнее положение, лампочка гореть не будет, так как напряжение на нее подаваться не будет. По мере передвижения ползунка вверх мы будем подавать на нить лампочки все большее и большее напряжение—нить лампочки будет все сильнее и сильнее накаливаться. Можно найти такое положение ползунка, когда к лампочке будет подано 3,5 *в* — нормальное для лампочки напряжение. Если же ползунок установить в крайнее верхнее положение, к нити будет подведено напряжение, равное 7 *в*,— лампочка быстро перегорит. Таким образом, напряжение, подводимое к лампочке, будет тем больше, чем на бóльшую часть потенциометра она включена. Разумеется, что вместо лампочки может быть включен любой другой прибор или сопротивление.

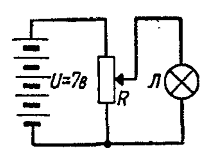


Рис. 102. Регулирование накала лампочки с помощью потенциометра.

Потенциометры применяют для регулирования громкости в приемниках и усилителях.

Добавочное сопротивление может быть подключено параллельно другому сопротивлению, лампочке, прибору или какой-либо другой нагрузке. В этом случае ток разветвляется и идет по двум сопротивлениям: по добавочному и основному сопротивлениям. Наибольший ток будет в той ветви, сопротивление которой наименьшее. Сумма же токов обеих ветвей будет равна току, расходуемому от батареи на питание всей схемы.

К параллельному соединению прибегают в тех случаях, когда надо ограничить величину тока не во всей цепи, как при последовательном включении добавочного сопротивления, а только через какой-то ее участок. Добавочное сопротивление подключают, например, параллельно миллиамперметру или микроамперметру. В этом случае он пропускает через себя только часть тока, текущего в цепи. Такое сопротивление называют **шунтирующим сопротивлением** или **шунтом**.

КОНДЕНСАТОРЫ

Для измерения электрической емкости применяется единица, называемая **фарадой**. Сокращенно ее обозначают буквой *ф*.

Емкость 1 *ф* — это очень большая емкость. Земной шар, например, обладает емкостью меньше 1 *ф*. В электро- и радиотехнике пользуются единицей емкости, равной миллионной доле фарады, которую называют **микрофарадой** и обозначают сокращенно *мкф*. В одной фараде 1 000 000 *мкф*, т. е. 1 *мкф* = 0,000001 *ф*.

Однако и эта единица емкости часто оказывается слишком большой. Поэтому существует еще более мелкая единица емкости,

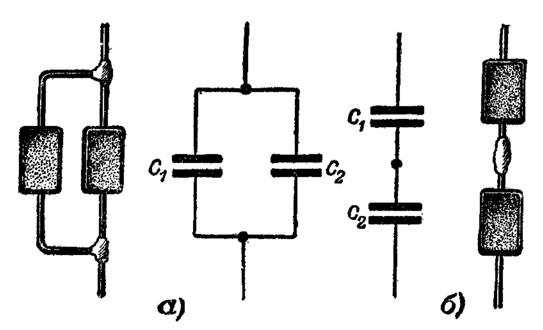


Рис. 103. Соединение конденсаторов.
а — параллельное; *б* — последовательное.

именуемая пикофарадой (сокращенно пишут *пф*), представляющая собой миллионную долю *мкф*. 1 *мкф* содержит 1 000 000 *пф*, т. е. 1 *пф*=0,000 001 *мкф*. Пикофараду иногда называют микромикрофарадой (сокращенное обозначение *мкмкф*).

Емкость конденсатора обычно указывается на нем в микрофарадах или пикофарадах.

Конденсаторы, как и сопротивления, можно соединять между собой параллельно или последовательно. К соединению конденсаторов прибегают чаще всего в тех случаях, когда под руками нет конденсатора нужной емкости, но имеются другие, из которых можно составить требуемую емкость.

Если соединить конденсаторы параллельно (рис. 103,*а*), то их общая емкость будет равна сумме емкостей всех соединенных конденсаторов, т. е.

$$C_{общ}=C_1+C_2.$$

Так, например, если $C_1=30$ *пф* и $C_2=50$ *пф*, то общая их емкость будет.

$$C_{общ}=30+50=80\ пф.$$

При последовательном же соединении конденсаторов (рис. 103,*б*) их общая емкость будет всегда меньше наименьшей емкости, включенной в цепочку. Она подсчитывается по формуле

$$C_{общ}=\frac{C_1C_2}{C_1+C_2}.$$

Пример. Допустим, что $C_1=200$ *пф*, а $C_2=300$ *пф*, тогда

$$C_{общ}=\frac{200\cdot300}{200+300}=120\ пф.$$

Когда соединяют последовательно два конденсатора одинаковой емкости, то общая их емкость вдвое меньше емкости каждого из конденсаторов.

Если конденсатор включить последовательно в цепь постоянного тока, ток в этой цепи прекратится. Да это и понятно: через изолятор, которым является диэлектрик конденсатора, ток течь не может. Включение конденсатора в цепь постоянного тока равноценно разрыву ее (мы не принимаем во внимание момент включения, когда в цепи появляется кратковременный ток заряда конденсатора).

Совсем иначе ведет себя конденсатор в цепи переменного тока.

Ты знаешь, что напряжение на зажимах источника переменного тока периодически меняется. Поэтому, если включить конденсатор в цепь, питаемую от такого источника тока, его обкладки будут попеременно перезаряжаться с частотой этого тока. В результате в цепи будет протекать переменный ток.

Конденсатор подобно сопротивлению и катушке индуктивности тоже оказывает препятствие прохождению переменного тока, но не одинаково для токов различных частот. Он может хорошо пропускать токи высокой частоты и быть почти изолятором для тока низкой частоты. Вспомни наши советы по использованию проводов электроосветительной сети вместо антенны. Мы рекомендовали подключать контур приемника к сети через конденсатор емкостью 300—500 *пф*. Случайно ли выбрана такая емкость конденсатора? Нет, не случайно. Конденсатор с такой емкостью хорошо пропускал токи высокой частоты, необходимые для работы приемника, но оказывал большое сопротивление переменному току частотой 50 *гц*, текущему в сети. Таким образом, конденсатор был своеобразным фильтром, пропускающим ток высокой частоты и задерживающим ток низкой частоты. Емкость этого конденсатора можно уменьшить до 30—50 *пф*, но тогда возрастет его сопротивление и для токов высокой частоты и приемник будет хуже работать.

Запомни: СОПРОТИВЛЕНИЕ КОНДЕНСАТОРА ПЕРЕМЕННОМУ ТОКУ УМЕНЬШАЕТСЯ С УВЕЛИЧЕНИЕМ ЕМКОСТИ КОНДЕНСАТОРА И ЧАСТОТЫ ТОКА И, НАОБОРОТ, УВЕЛИЧИВАЕТСЯ С УМЕНЬШЕНИЕМ ЕГО ЕМКОСТИ И ЧАСТОТЫ ТОКА.

Свойство конденсатора не пропускать постоянный ток и проводить по-разному переменные токи различных частот используют для разделения токов, для задержания одних токов и пропускания других.

МОЩНОСТЬ ТОКА

На приведение в действие электродвигателя, на зарядку аккумулятора, на нагрев нити накала лампы или электропаяльника

и т. д. затрачивается электроэнергия. Расход электроэнергии в каждый момент времени оценивают единицами мощности тока — ваттами (пишут *вт*). В формулах мощность обозначают латинской буквой *P*. Электрическую мощность постоянного тока в ваттах получают умножением напряжения, выраженного в вольтах, на ток, выраженный в амперах, т. е.

$$P = UI.$$

Если, например, источник постоянного тока с напряжением 2 *в* создает в цепи ток 1 *а*, то мощность тока будет:

$$P = UI = 2 \cdot 1 = 2 \ вт.$$

По этой формуле можно вычислить и мощность, потребляемую лампочкой карманного фонаря, если умножить 3,5 *в* на 0,28 *а*. Получаем около 1 *вт*.

Изменив эту формулу вот так:

$$I = \frac{P}{U},$$

можно узнать величину тока, протекающего через любой электрический прибор, если известны потребляемая им мощность и напряжение, при котором он работает.

Какова, например, величина тока, идущего через электрический паяльник, если известно, что при напряжении сети 127 *в* он потребляет мощность 60 *вт*?

Решение:

$$I = \frac{P}{U} = \frac{60}{127} \approx 0,5 \ a.$$

Если известны величина тока и сопротивление цепи, но неизвестно напряжение, мощность можно подсчитать по такой формуле:

$$P = I^2R.$$

Когда же знаем напряжение, действующее в цепи, и сопротивление этой цепи, то для подсчета мощности следует применять такую формулу:

$$P = \frac{U^2}{R}.$$

Всеми этими формулами можно пользоваться и для цепей переменного тока, если индуктивность мала и если в них нет конденсаторов. При этом в формулы нужно обязательно подставлять эффективные значения тока и напряжения. Для вычисления мощности тока в цепях переменного тока с индуктивностями и емкостями применяют более сложные формулы, которые мы приводить не будем.

В электротехнике более употребительна единица мощности киловатт (пишут *квт*), равная 1 000 *вт*.

Расход энергии измеряют ватт-часами или киловатт-часами. Чтобы получить киловатт-часы или ватт-часы, нужно умножить мощность в киловаттах или ваттах на время в часах. Если электрическая цепь потребляет мощность 0,5 *квт* в течение 2 *ч*, то расход энергии составит $0,5 \cdot 2 = 1$ киловатт-час. 1 киловатт-час энергии будет также израсходован, если в течение часа в цепи будет идти ток мощностью 1 *квт*, 2 *квт* в течение получаса, 4 *квт* в течение четверти часа и т. д.

При работе с аккумуляторами и элементами говорят о их электрической емкости, которая выражается в ампер-часах. Емкость батареи, составленной из аккумуляторов или гальванических элементов, выражается произведением величины разрядного тока — тока, потребляемого от нее электрической цепью, на длительность работы в часах. Например, емкость батареи БНС-500, применяемой для накала радиоламп, 525 ампер-часов. Разряжать ее рекомендуется током около 500 *ма* (емкость, рекомендуемый разрядный ток и сопротивление внешней цепи указывают в этикетке батареи). Такую батарею можно разряжать током 500 *ма* примерно 1 000 *ч* или током 100 *ма* в течение 5 000 *ч*. Таким образом, зная ток, потребляемый цепью накала приемника, можно подсчитать время, в течение которого будет работать батарея.

ТРАНСФОРМАЦИЯ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Мы уже говорили, что переменный ток можно трансформировать, т. е. преобразовывать переменный ток относительно низкого напряжения в ток более высокого напряжения или наоборот.

Трансформаторы — устройства, служащие для преобразования переменного тока, дают возможность передавать переменный ток по проводам на большие расстояния с малыми потерями энергии. Для этого ток, вырабатываемый генераторами на электростанции с помощью трансформаторов, повышают до напряжения в несколько сотен тысяч вольт и «посылают» его по высоковольтным линиям в различных направлениях. В городах и селах на расстоянии сотен километров от электростанции этот ток с помощью трансформаторов понижают до более низкого напряжения, которым и питают лампочки освещения, двигатели и другие электрические приборы.

Трансформаторы широко применяются и в радиотехнике.

Трансформатор изобретен Павлом Николаевичем Яблочковым, указавшим еще в 1876 г. принцип трансформации переменно-

го тока. Среди конструкторов первых трансформаторов был русский электротехник-самоучка Иван Филиппович Усагин, демонстрировавший свой трансформатор в 1882 г. на выставке в Москве.

Устройство простейшего трансформатора показано на рис. 104. Он состоит из двух обмоток из изолированного провода и сердечника, собранного из пластин специальной, так называемой трансформаторной, стали.

Обмотки трансформатора изображают на схемах так же, как катушки индуктивности. Линии между ними обозначают сердечник.

Действие трансформатора заключается в следующем. Переменный ток, проходя по одной из его обмоток, создает вокруг этой обмотки и в стальном сердечнике переменное магнитное поле. Это поле, пересекая витки другой обмотки трансформатора, индуктирует в ней переменную электродвижущую силу. Если на концы этой обмотки подключить какую-либо нагрузку, например лампочку накаливания, то в получившейся замкнутой цепи этой обмотки потечет переменный ток. Обмотка, к которой подводится переменный ток, предназначенный для трансформирования, называют *первичной обмоткой*, а обмотку, в которой индуктируется переменный ток, — *вторичной обмоткой*. Частота тока, индуктированного во вторичной обмотке, строго соответствует частоте тока, протекающего по первичной обмотке.

Напряжение, которое получается на концах вторичной обмотки, зависит от отношения чисел витков первичной и вторичной обмоток. При равных числах витков в обмотках напряжение на вторичной обмотке приблизительно равно напряжению, подведенному к первичной обмотке. Если вторичная обмотка трансформатора содержит меньшее число витков, чем первичная, то и напряжение ее меньше, чем напряжение, подводимое к первичной обмотке. И наоборот, если вторичная обмотка содержит больше витков, чем первичная, то развиваемое в ней напряжение больше напряжения, поданного на первичную обмотку. В первом случае трансформатор будет *повышающим*, а во втором — *понижающим*.

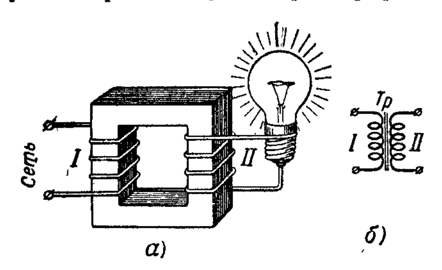


Рис. 104. Трансформатор с сердечником из стали. *а — устройство; б — схематическое изображение.*

Напряжение, индуктируемое во вторичной обмотке, можно довольно точно подсчитать, зная отношение витков обмоток трансформатора: во сколько раз она имеет большее (или меньшее) число витков по сравнению с числом витков первичной обмотки, во столько же раз напряжение в ней будет больше (или меньше) по сравнению с напряжением, подводимым к первичной обмотке. Так, например, если одна обмотка трансформатора имеет 1 000 витков, а другая 2 000 витков, то, включив первую обмотку в сеть переменного тока с напряжением 127 *в*, мы получим во второй обмотке напряжение 254 *в* — это повышающий трансформатор. Если же напряжение 127 *в* подвести к обмотке, имеющей 2 000 витков, то в обмотке, имеющей 1 000 витков, получим напряжение около 63 *в* — это понижающий трансформатор. Обмотка, имеющая 2 000 витков, в первом случае будет вторичной, а во втором случае — первичной.

Наибольшая мощность тока, которая может быть передана из цепи первичной обмотки в цепь вторичной обмотки трансформатора, зависит от размера сердечника трансформатора и диаметров проводов, из которых намотаны обмотки. Чем больше объем сердечника, тем бо́льшая мощность тока может быть трансформирована.

В радиоприемниках применяют трансформаторы, каждый из которых имеет по несколько обмоток с разными числами витков. С помощью таких трансформаторов получают одновременно несколько различных напряжений переменного тока.

Практически в трансформаторе всегда бесполезно теряется часть мощности. Поэтому мощность в цепи вторичной обмотки (или сумма мощностей, получаемых от всех вторичных обмоток) всегда несколько меньше мощности, потребляемой первичной обмоткой.

Чтобы получить от вторичной обмотки одну и ту же мощность, нужно увеличивать напряжение и уменьшать. Можно также получать от нее меньшее напряжение, но при увеличенном токе. Следовательно, повышая напряжение, мы проигрываем в величине тока, а выигрывая в величине тока, проигрываем в величине напряжения.

При помощи трансформатора можно из цепи, по которой течет пульсирующий ток, выделять переменный ток.

Пользуясь трансформаторами, помни, что постоянный ток *не трансформируется*.

ПЛАВКИЙ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬ

Во всякой электросети всегда есть плавкие предохранители. Их ставят также в штепсельные розетки, в приемники.

Предохранители включают в разрыв электрической цепи. Поэтому через них проходит весь ток, потребляемый цепью от источника тока. Пока ток не превышает допустимую норму, проволочка предохранителя будет чуть теплой. Как только ток превысит эту норму, недопустимо увеличится нагрузка или произойдет короткое замыкание в цепи — проволочка предохранителя расплавится, и цепь, в которую он включен, автоматически разорвется. Отсюда понятно, почему эти предохранители называются плавкими.

Патрон плавкого предохранителя, используемого в осветительной электросети устроен так же, как патрон электролампы. В него ввертывается фарфоровая «пробка» (рис. 105, слева), внутри которой имеется свинцовая проволока. Один ее конец припаян к металлическому кружку на донышке пробки, а другой — к металлической резьбе, которой предохранитель ввертывается в патрон.

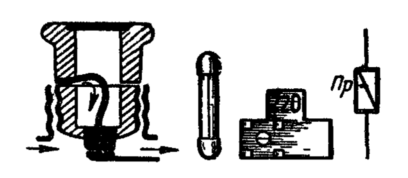


Рис. 105. Плавкие предохранители и их изображение на схемах.

Плавкий предохранитель радиоприемника (рис. 105, в середине и справа) представляет собой проволочку, заключенную в стеклянную трубочку или между картонками. Концы проволочки припаяны к металлическим колпачкам или пластинкам, выполняющим роль контактов; ими предохранитель вставляется между двумя металлическими стоечками, к которым подведены провода защищаемой от перегрузок сети.

Причину, вызвавшую перегорание предохранителя, надо найти, устранить, а затем вставить новый предохранитель. Цепь снова будет исправно работать.

Беседа пятнадцатая

ЭЛЕКТРОННЫЕ ЛАМПЫ

Первые электронные лампы, или радиолампы, как их чаще именуют, были очень похожи на их прародительницу — электрическую лампочку, изобретенную в 1873 г. нашим соотечественником А. Н. Лодыгиным. У этих радиоламп были прозрачные стеклянные баллоны такой же формы, как у электроламп. Их нити накала разогревались до белого каления и ярко светились.

Современные стеклянные радиолампы внешне очень мало похожи на своих предшественниц, их нити накала совсем не светятся, а если и светятся, то тускло. Многие конструкции радиоламп наших дней утратили свое последнее сходство с электролампой, так как они почти целиком металлические, а некоторые из них скорее напоминают водопроводные детали, чем лампы.

В свое время изобретение электронных ламп произвело в радиотехнике подлинную революцию. Они коренным образом изменили конструкции передающих и приемных устройств, увеличили их дальность действия. Они позволили радиотехнике сделать гигантский шаг вперед и проникнуть во все области науки, техники, производства, в нашу жизнь. Но сейчас у электронных ламп появились серьезные соперники — полупроводниковые приборы. Они все больше и больше теснят электронные лампы, занимая их место в радиотехнических устройствах.

Полупроводниковым приборам будет посвящена специальная беседа, сейчас же речь пойдет об электронных лампах.

УСТРОЙСТВО ЭЛЕКТРОННОЙ ЛАМПЫ

Любая радиолампа представляет собой стеклянный или стальной герметически закрытый сосуд — баллон.

Внутри баллона воздух сильно разрежен, т. е. там почти нет воздуха. Его откачивают через небольшой отросток, имеющийся в нижней или верхней части баллона. Сильное разрежение, так называемый вакуум, — обязательное условие для работы радиолампы.

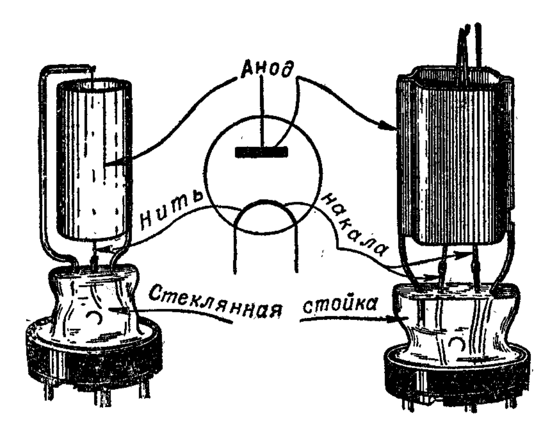


Рис. 106. Устройство и схематическое изображение двухэлектродной лампы.

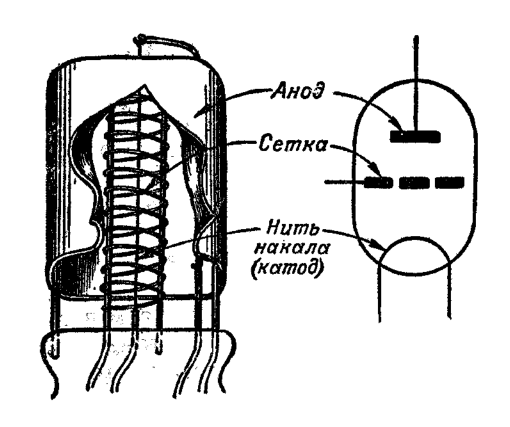


Рис. 107. Устройство и схематическое изображение трехэлектродной лампы.

В каждой радиолампе обязательно есть нить накала и анод. Анод представляет собой полый металлический цилиндрик (иногда сплющенный), параллелепипед или металлические пластинки. Нить накала в большинстве радиоламп окружена одной или несколькими проволочными спиралями — это так называемые сетки. А все эти детали имеют общее название — электроды радиолампы.

По числу электродов различают двухэлектродные, трехэлектродные, четырех- и т. д. электродные лампы. Все электроды имеют выводы в виде металлических стерженьков — штырьков, впрессованных в круглый пластмассовый цоколь лампы или впаянных в утолщенное донышко стеклянного баллона. Нить накала соединена с двумя штырьками. Выводными штырьками радиолампа вставляется в гнезда специальной колодочки, называемой ламповой панелью. Через гнезда в панели электроды лампы соединяются с другими деталями того устройства, в котором работает эта радиолампа.

На рис. 106 изображено внутреннее устройство двух радиоламп, имеющих всего по два электрода, и условное обозначение ламп этого типа на схемах. Баллоны не показаны, чтобы лучше можно было рассмотреть электроды.

Нить накала левой лампы закреплена концами на проволочках, впаянных в стеклянную стойку нижней части баллона. Ее окружает цилиндрик, также удерживающийся на проволочке, впаянной в стеклянную стойку. Это — анод. Слово «анод» означает положительный электрод. В противоположность ему нить накала называют также катодом. Проволочные держатели являются одновременно проводниками, соединяющими электроды лампы с их выводными штырьками.

Конструкция правой лампы отличается от левой лишь тем, что ее нить накала напоминает букву Л, а анод имеет форму сплюснутого цилиндрика.

На схемах баллон лампы обозначают в виде окружности, нить накала — дужкой, вписанной в окружность, анод — короткой жирной чертой, расположенной над нитью накала, а выводные штырьки — тонкими линиями, выходящими за пределы окружности.

Такие лампы называют двухэлектродными или диодами. Диоды — самые простые радиолампы.

На рис. 107 показано внутреннее устройство радиолампы, в которой кроме нити накала и анода есть ещё третий электрод — спираль из тонкой проволоки. Это — сетка. Она расположена между нитью накала и анодом и соединяется проволочным держателем со своим выводным штырьком. На схемах сетку обозначают жирным пунктиром. Такие лампы называют трехэлектродными или триодами.

Более сложные конструкции радиоламп имеют по несколько сеток, расположенных между нитью накала и анодом. Лампу с двумя сетками называют четырехэлектродной лампой или тетродом, лампу с тремя сетками — пятиэлектродной или пентодом.

Диоды применяются главным образом для детектирования модулированных колебаний высокой частоты и преобразования переменного тока в постоянный (в выпрямителях), а триоды, тетроды и пентоды — для генерирования и усиления электрических колебаний; триоды и пентоды могут быть одновременно детекторами и усилителями колебаний низкой частоты, создающихся при детектировании. Так работают эти лампы, например, в одноламповых приемниках.

ТЕРМОЭЛЕКТРОННАЯ ЭМИССИЯ

Если кастрюлю, наполненную водой, поставить на огонь, то по мере нагревания частицы воды начинают двигаться все быстрее и быстрее. Наконец, вода начинает бурлить, кипеть. При этом некоторые ее частицы движутся с настолько большими скоростями, что отрываются от поверхности воды и покидают ее. Вода испаряется.

Нечто подобное мы наблюдаем в электронной лампе. Ее нить накала — тонкая металлическая проволочка — волосок (обычно из вольфрама). Если его нагреть до высокой температуры, пропуская через него ток, то некоторые из содержащихся в нем свободных электронов приобретут настолько большие скорости, что смогут преодолевать силы притяжения атомных ядер и отрываться от поверхности проводника. При этом вокруг нити накала образуется электронное облако. Это явление испускания электронов раскаленной нитью называется термоэлектронной эмиссией. Чем сильнее раскален проводник, тем больше он испускает электронов, тем «гуще» электронное «облако». Когда говорят, что «лампа потеряла эмиссию», это значит, что с поверхности ее электрода, испускающего электроны, в данном случае нити накала, свободные электроны в окружающее пространство по какой-то причине больше вылетать не могут. Лампа с потерянной эмиссией работать не будет.

Однако, чтобы электроны могли вырываться из проводника, надо не только нагреть его, но и освободить окружающее пространство от воздуха. Если этого не сделать, вылетающие электроны потеряют скорость, «завязнут» в молекулах воздуха. Поэтому-то в электронной лампе и создают вакуум. Откачивать воздух необходимо еще по одной причине: при высокой температуре проводник поглощает кислород воздуха, окисляется и быстро разрушается — сгорает.

К этому нужно добавить, что на поверхность нити накала наносят слой окислов бария, стронция и кальция, обладающий способностью излучать электроны при сравнительно низкой температуре нагрева.

КАК РАБОТАЕТ ДИОД

Простую лампочку накаливания можно превратить в диод, если впаять внутрь ее баллона металлическую пластинку и сделать от нее вывод наружу, как показано на рис. 108. Это будет анод диода. Чтобы накалить нить, присоединим к ее выводам батарею. Назовем ее батареей накала и обозначим буквами $Б_н$. Возьмем еще одну батарею и соединим ее отрицательный полюс с одним из выводов нити накала, а положительный — с анодом. Эту батарею назовем анодной батареей и обозначим буквами $Б_а$. В этом случае анод лампы будет заряжен положительно относительно нити накала. Если в разрыв проводника, идущего от полюса анодной батареи к аноду, включить миллиамперметр, он покажет наличие тока в этой цепи.

«Почему же в этой цепи течет ток? Ведь между анодом и нитью нет электрического соединения» — можешь спросить ты.

Нить накала испускает электроны. Анод имеет положительный заряд. Разноименные заряды, как тебе известно, всегда притягиваются. Поэтому под действием электрического поля, действующего между анодом и нитью накала, электроны устремляются к аноду. Из нити накала вылетают новые электроны, которые также летят к аноду. Достигнув анода, электроны движутся по соединительным проводникам, через миллиамперметр, анодную батарею и возвращаются к нити накала. Анодная батарея как бы перекачивает электроны с анода к нити накала.

Явление образования в цепи диода потока электронов можно сравнить с движением пара в воздухе. Если над кипящей водой поместить крышку кастрюли или тарелку, то образовавшийся пар будет на ней охлаждаться и

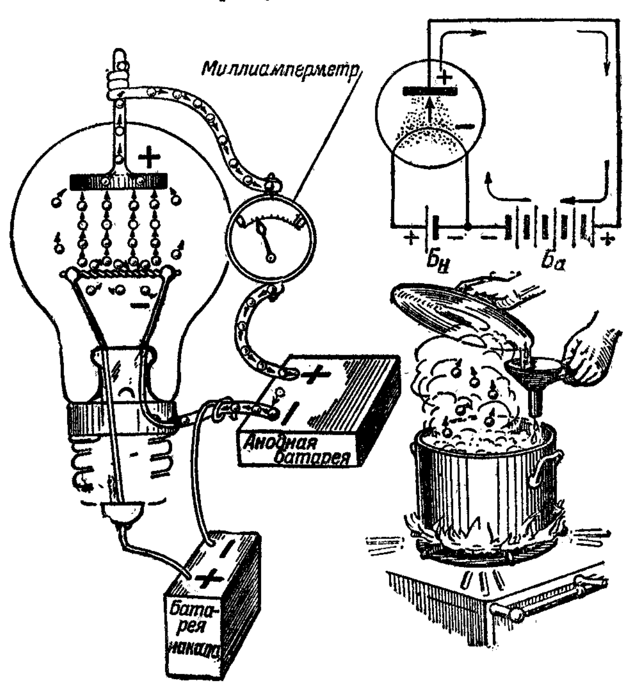


Рис. 108. Если в электрическую лампочку накаливания добавить анод, она превращается в простейшую электронную лампу.

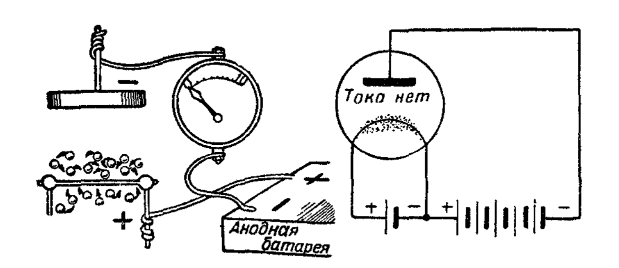


Рис. 109. Когда анод двухэлектродной лампы соединен с отрицательным полюсом батареи, в анодной цепи тока нет.

образовывать капельки воды. С помощью воронки мы можем эту воду вернуть обратно в кастрюлю. Получается как бы замкнутая цепь, по которой движутся частицы воды.

Электрическая цепь, образуемая промежутком нить накала — анод, батареей $Б_а$ и соединительными проводниками, называется анодной цепью лампы; ток, который течет в этой цепи,— анодным током (на рис. 108 стрелками обозначено направление электронов; направление тока будет обратным), а напряжение между анодом и катодом лампы — анодным напряжением. Наряду с термином «анодное напряжение» применяют также термин «напряжение на аноде». Оба эти термина равнозначны (говоря «напряжение на аноде», подразумевают напряжение между анодом и катодом). Если полюсы анодной батареи или иного источника тока присоединены непосредственно к катоду и аноду лампы, то анодное напряжение равно напряжению анодной батареи.

Кроме анодной цепи, в разобранной схеме есть еще цепь накала, в которую входят: нить накала лампы, батарея $Б_н$ и соединительные проводники. Ток в этой цепи называют *током накала* лампы, а напряжение на концах нити — *напряжением накала*.

Будет ли в анодной цепи диода протекать ток, если положительный полюс анодной батареи соединить с нитью накала, а отрицательный с анодом, то есть так, как показано на рис. 109? Конечно, нет! Ведь анод в этом случае имеет отрицательный заряд. Он будет отталкивать вылетавшие из нити накала электроны и никакого тока в цепи диода не будет.

Итак, диод обладает свойством односторонней проводимости тока: он пропускает через себя ток только в одном направлении — от анода к нити канала. В обратном направлении, т. е. от нити накала к аноду, ток идти не может.

Что влияет на величину анодного тока диода? Если нить имеет постоянный накал и беспрерывно испускает одно и то же количество электронов, то величина анодного тока зависит только от величины анодного напряжения. При небольшом анодном напряжении анода достигнут лишь те электроны, которые в момент вылета из нити накала обладают наиболее высокими скоростями. Другие, менее «быстрые» электроны останутся около нити. Чем выше анодное напряжение, тем больше электронов притянет к себе анод, тем больше будет величина анодного тока.

Однако не следует думать, что, повышая анодное напряжение, можно бесконечно увеличивать анодный ток. Для каждой лампы существует некоторый предельный анодный ток, превышение которого ведет к разрушению нити накала. Это — так называемый *ток эмиссии*. Различные лампы имеют различные токи эмиссии. Если увеличить ток накала, возрастет и ток эмиссии. Однако делать это не следует, так как при увеличении накала продолжительность жизни лампы уменьшается, и при чрезмерно большом накале нить лампы перегорит.

Зависимость тока анодной цепи от анодного напряжения можно изобразить в виде графика, как это сделано на рис. 110,*а*. Он носит название *вольт-амперной характеристики* диода. Здесь по горизонтальной оси координат отложено в масштабе анодное напряжение U_a в вольтах, а по вертикальной оси — величина анодного тока I_a, выраженная в миллиамперах. Чтобы снять такую характеристику, надо параллельно анодной батарее присоединить потенциометр R и вольтметр V, а последовательно в цепь диода включить миллиамперметр mA, как показано на рис. 110,*б*. Вольтметр позволит измерять напряжения, подаваемые на анод диода, а миллиамперметр — величину тока в его анодной цепи.

Точка O соответствует крайнему нижнему положению ползунка потенциометра, когда напряжение на аноде равно нулю. Анодный ток в это время также равен нулю. Положительное напряжение на аноде плавно увели-

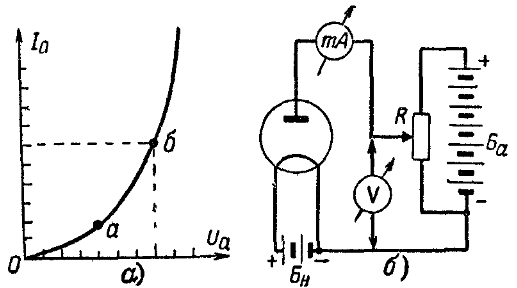


Рис. 110. Зависимость анодного тока от напряжения на аноде можно изобразить графически.

чивается по мере передвижения ползунка вверх. Одновременно растет анодный ток. Сначала характеристика идет под небольшим углом к оси U_a (участок *Оа*). Потом она идет вверх почти по прямой под значительно большим углом к горизонтальной оси.

Пользуясь вольт-амперной характеристикой, для любого напряжения на аноде можно определить анодный ток диода. Для этого надо из точки на оси U_a, соответствующей данному напряжению на аноде, провести линию вверх до пересечения с характеристикой (на рис. 128 точка *б*), а затем из этой точки провести горизонтальную линию до пересечения с осью I_a. Эта точка укажет величину анодного тока.

Теперь разберем такой вопрос: что происходит в анодной цепи диода, когда в ней действует переменное напряжение? Обратимся к рис. 111. Здесь нить накала питается постоянным током от батареи $Б_н$, а анодная цепь — от источника переменного тока, например от электроосветительной сети (изображен условно в виде кружка с волнистой линией). Последовательно в анодную цепь включено нагрузочное сопротивление $R_н$. Напряжение на аноде периодически изменяется по величине и по знаку: в течение одного полупериода на нем относительно нити накала положительное напряжение, а в течение другого полупериода — отрицательное (график *а*). Так как диод обладает односторонней проводимостью, ток через него будет проходить только во время положительных полупериодов напряжения на аноде. В эти моменты ток идет от анода к нити накала и далее по соединительному проводнику и сопротивлению $R_н$ к источнику переменного напряжения (направление тока показано на схеме стрелками). При этом на сопротивлении получится импульс напряжения: плюс будет на конце сопротивления, соединенном с катодом, а минус — на конце, соединенном с источником переменного напряжения. Во время отрицательных полупериодов напряжения на аноде тока в анодной цепи диода не будет. Таким образом, когда в анодной цепи действует переменное напряжение, через включенное в эту цепь сопротивление $R_н$ течет ток одного направления (график *б*). Этот ток пульсирующий: он появляется, возрастает до наибольшего значения, уменьшается, исчезает, снова появляется и опять исчезает, но он постоянен по направлению. Такой ток называют **выпрямленным током**. Вместо сопротивления $R_н$ можно включить какую-либо цепь и в ней также будет течь выпрямленный ток.

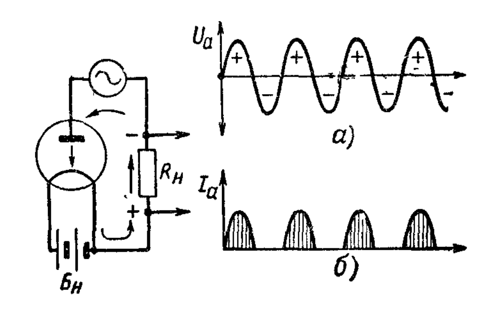


Рис. 111. Диод выпрямляет переменный ток.

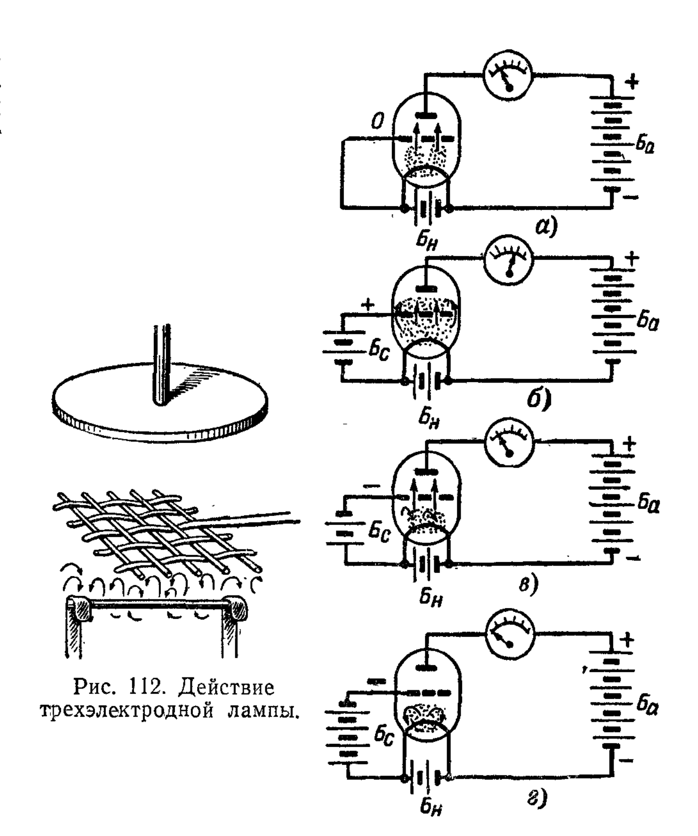


Рис. 112. Действие трехэлектродной лампы.

С выпрямлением переменного тока тебе придется сталкиваться всякий раз, когда будешь строить сетевые радиоконструкции.

Запомни: двухэлектродные лампы, используемые в выпрямителях переменного тока, называют **кенотронами**.

КАК РАБОТАЕТ ТРИОД

Поместим между нитью накала и анодом сетку в том виде, как ее делали в первых конструкциях радиоламп несколько десятков лет назад (рис. 112). Получится триод. Присоединим батареи накала и анода, а в анодную цепь включим миллиамперметр. Считаем, что электроды нашей лампы находятся в вакууме.

Соединим сетку прямо с нитью накала (рис. 112,*а*). В этом случае сетка, имея нулевое напряжение относительно нити накала, не оказывает никакого влияния на величину анодного тока.

Удалим проводник, соединяющий сетку с нитью накала, и включим между ними батарею с небольшим напряжением так, чтобы ее отрицательный полюс был соединен с нитью накала, а положительный — с сеткой (рис. 112,*б*). Эту батарею назовем сеточной и обозначим буквами $Б_с$. Теперь сетка находится под положительным напряжением относительно нити накала. Она стала как бы вторым анодом. Образовалась новая цепь — сеточная, состоящая из участка сетка — нить накала, батареи $Б_с$ и соединительных проводников.

Напряжение между нитью накала, т. е. катодом и сеткой, называется сеточным напряжением. Наряду с этим термином применяют термин «напряжение на сетке», а также «смещение на сетке».

Имея положительный заряд, сетка притягивает к себе электроны. Но, набрав скорость, они будут перехвачены силой притяжения более высокого, чем на сетке, анодного напряжения. В результате анодный ток станет больше, чем тогда, когда сетка была соединена непосредственно с нитью накала. Такой же прирост анодного тока можно было бы получить за счет повышения анодного напряжения, но для этого пришлось бы в анодную батарею добавить в несколько раз больше элементов, чем имеет сеточная батарея.

Если добавить к сеточной батарее еще два-три элемента и тем самым увеличить напряжение на сетке, анодный ток еще бо́льше увеличится. Итак, положительное напряжение на сетке помогает аноду притягивать электроны, способствует росту анодного тока.

Некоторая часть электронов осаждается на положительно заряженной сетке. Они, как и в анодной цепи, будут «стекать» через батарею $Б_с$ на нить накала. Появляется небольшой сеточный ток — ток сетки. С повышением положительного напряжения на сетке увеличивается анодный ток лампы, но одновременно растет и ток сетки. Может случиться, что при некотором довольно большом напряжении на сетке ток в ее цепи станет больше анодного. Это объясняется тем, что сетка, находясь ближе к нити накала, притягивает к себе электроны сильнее, чем удаленный анод. В этом случае вылетевшие из нити накала электроны так разделятся между сеткой и анодом, что бо́льшая их часть приходится на долю сетки. При таких условиях лампа потеряет свои усилительные свойства.

Теперь поменяем местами полюса батареи $Б_с$. Сетка получает отрицательное напряжение относительно нити накала (рис. 112,*в*). Посмотрим на стрелку миллиамперметра. Она покажет значительно меньшую величину анодного тока, чем в обоих предыдущих случаях.

Почему анодный ток резко уменьшился? На пути электронов оказался отрицательно заряженный электрод, который препятствует их движению к аноду, отталкивает их обратно к нити накала. Часть электронов, обладающих наибольшими скоростями, все же проскочит через отверстия в сетке и достигнет анода, но число их будет меньше. Этим и объясняется резкое ослабление анодного тока при отрицательном напряжении на сетке.

По мере увеличения отрицательного заряда на сетке ее отталкивающее действие на электроны будет возрастать, а анодный ток уменьшаться. При некотором достаточно большом отрицательном напряжении на сетке она не пропустит к аноду ни одного электрона и анодный ток вообще исчезнет (рис. 112,*г*). В таких случаях говорят, что отрицательное напряжение на сетке «заперло» лампу.

Зависимость величины анодного тока от напряжения на сетке выражают **анодно-сеточной характеристикой лампы**. Она показана на рис. 113. Здесь влево от точки *О* в масштабе отложены отрицательные напряжения на сетке $-U_c$, вправо — положительные напряжения на сетке $+U_c$, а вверх — значения анодного тока I_a и сеточного тока I_c. Линия *аг* — анодно-сеточная характеристика лампы. Она напоминает анодную характеристику диода, только начало ее сдвинуто влево от вертикальной оси графика.

Получают такой график следующим образом. На анод лампы от батареи $Б_а$ подают постоянное положительное напряжение, а между сеткой и нитью начала включают батарею $Б_с$ с потенциометром *R*. В сеточную и анод-

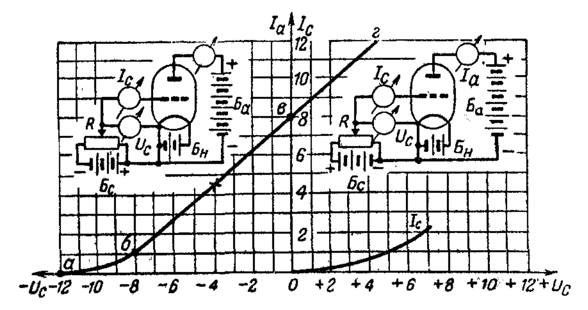


Рис. 113. Анодно-сеточная характеристика триода.

ную цепи включают миллиамперметры (рис. 113). Сначала с нитью накала соединяют положительный полюс батареи $Б_с$ (левая схема). Перемещая ползунок потенциометра, на сетку подают такое отрицательное напряжение, при котором лампа «запирается» (анодный ток равен нулю). В нашем примере это напряжение равно 12 *в* (точка *а*). Затем, перемещая ползунок потенциометра, изменяют отрицательное напряжение на сетке, доводя его до нуля. При этом анодный ток появляется и постепенно возрастает до некоторого значения — в нашем примере до 8 *ма* (точка *в* на характеристике).

После этого полюса сеточной батареи меняют местами (схема справа) и постепенно увеличивают подаваемое на сетку положительное напряжение. От этого анодный ток еще больше растет (участок *вг*). Но одновременно появляется и начинает расти ток сетки (линия, обозначенная $I_с$, идущая от точки *0* вправо вверх).

Для каждой трехэлектродной лампы, как и для двухэлектродной, существует некоторая предельная величина анодного тока — ток эмиссии, превышение которого может привести лампу в негодность.

Анодно-сеточная характеристика дает представление о том, как изменяется анодный ток лампы при изменениях напряжения на сетке. Глядя на характеристику, приведенную на рис. 113, можно сказать, что при напряжении на сетке минус 8 *в* анодный ток равен 1 *ма*, а при нулевом напряжении на ней — 8 *ма*, т. е. при изменении сеточного напряжения на 8 *в* анодный ток изменяется на 7 *ма*. Чтобы получить такое же изменение анодного тока изменением анодного напряжения, сохраняя напряжение на сетке величиной — 8 *в*, напряжение анодной батареи пришлось бы увеличить на величину, во много раз большую.

Изменение напряжения на сетке оказывает в несколько раз более сильное влияние на величину анодного тока, чем такое же изменение напряжения на аноде лампы. Сетка подобно светофору на перекрестке улиц управляет потоком электронов, летящих от катода к аноду лампы. Поэтому ее называют **управляющей сеткой**. Это свойство трехэлектродной лампы и используется для усиления электрических колебаний.

Схема простейшего усилителя и графики, поясняющие его работу, изображены на рис. 114. В цепь сетки вводится переменное напряжение, которое надо усилить. Источником этого напряжения может быть детекторный приемник, микрофон или звукосниматель — прибор, служащий для воспроизведения грамзаписи. В анодную цепь лампы между положительным полюсом батареи $Б_а$ и анодом включена **анодная нагрузка** — сопротивление $R_а$. Нагрузкой могут быть также телефонные трубки или громкоговоритель.

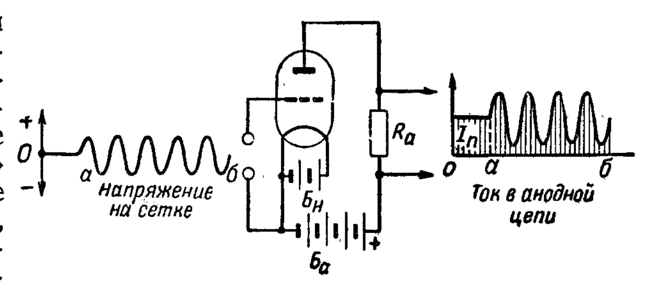


Рис. 114. Простейший усилитель с электронной лампой.

Как работает усилитель? До тех пор, пока в цепи сетки нет переменного напряжения (участок *Оа* на графиках), в анодной цепи, т. е. и через ее нагрузку, течет не изменяющийся по величине ток, соответствующий нулевому напряжению на сетке (если в усилителе использовалась бы лампа с характеристикой, показанной на рис. 113, он бы был равен 8 *ма*). Это среднее значение анодного тока, его называют током покоя ($I_п$). Но вот в цепи сетки начало действовать переменное напряжение (на графиках участки *аб*). Теперь сетка периодически заряжается то положительно, то отрицательно.

В такт с изменениями напряжения на сетке анодный ток изменяется по величине: при положительных полупериодах напряжения на сетке он возрастает, а при отрицательных — уменьшается. Чем больше будет изменяться напряжение на сетке, тем значительнее будет изменяться и анодный ток. На концах анодного нагрузочного сопротивления $R_а$ появляется переменная составляющая напряжения, которая может быть усилена второй лампой. Если в цепь сетки подавать напряжение низкой частоты, скажем, от детекторного приемника, а в анодную цепь включить телефонные трубки, то усиленное лампой напряжение заставит трубки звучать в несколько раз громче, чем при включении их непосредственно в детекторный приемник.

Какое усиление может дать одна лампа? Это зависит от ее конструкции, в частности от густоты сетки и расположения ее относительно нити накала. Чем сетка гуще и ближе находится к нити накала, тем сильнее сказывается влияние ее потенциала на электронный поток внутри лампы, тем значительнее колебания

анодного тока, тем, следовательно, лампа дает большее усиление. Выпускаемые нашей промышленностью триоды в зависимости от их назначения обладают различными усилительными свойствами. Одни из них могут дать двух-трехкратное усиление, другие позволяют усилить напряжение в несколько десятков раз.

МНОГОЭЛЕКТРОДНЫЕ ЛАМПЫ

В свое время триод был универсальным электронным прибором, выполняющим в радиоаппаратуре самые различные функции. Но он имеет недостатки, ограничивающие его применение.

Сетка и анод триода являются обкладками своеобразного конденсатора. Эта междуэлектродная емкость невелика — всего 5—10 *пф*. При усилении низкой частоты она почти не влияет на работу схемы, но при усилении высокой частоты, особенно сигналов радиостанций коротковолнового и ультракоротковолнового диапазонов, она вредна: через нее некоторая часть высокочастотной энергии из анодной цепи проходит в цепь сетки. Образуется паразитная обратная связь, нарушающая нормальную работу усилителя, — он самовозбуждается, т. е. становится генератором колебаний высокой частоты.

Для борьбы с этим явлением в электронную лампу ввели еще одну сетку, расположив ее между управляющей сеткой и анодом. Лампа стала четырехэлектродной, или **тетродом**. На вторую сетку подают по отношению к катоду постоянное положительное напряжение, обычно меньшее, чем на анод. Это напряжение сокращенно называют экранным напряжением. Вторая сетка выполняет роль экрана, уменьшающего емкость между управляющей сеткой и анодом. Поэтому она называется **экранной сеткой**.

Экранная сетка не только уменьшает

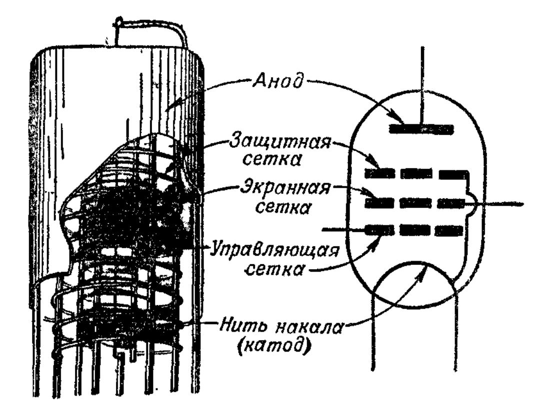


Рис. 115. Устройство и схематическое изображение пентода.

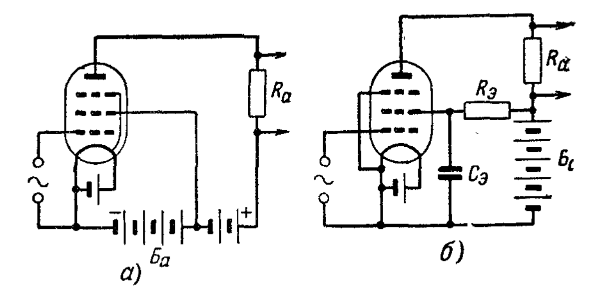


Рис. 116. Включение пентода.

емкость между анодом и сеткой, но и улучшает усилительные свойства лампы. Имея положительное напряжение относительно нити накала, она подобно аноду притягивает к себе электроны, увеличивая их скорость полета внутри лампы. Достигнув экранной сетки, электроны притягиваются более высоким напряжением на аноде. В итоге анодный ток возрастает. Некоторая часть электронов все же попадает на экранную сетку, и в ее цепи появляется ток (ток экранной сетки). Но он мал по сравнению с анодным током.

Со временем тетрод уступил место более совершенной электронной лампе — **пятиэлектродной**. По числу электродов ее назвали **пентодом**. Пентод отличается от тетрода тем, что между его экранной сеткой и анодом имеется еще одна сетка — **защитная** (рис. 115). На экранную сетку пентода, как и тетрода, подается положительное напряжение, а защитная сетка соединяется с нитью накала внутри лампы или это соединение делают на ламповой панельке.

Два способа включения пентода показаны на рис. 116. В схеме рис. 116,*а* пониженное напряжение на экранную сетку подается от части анодной батареи. Защитная сетка соединена с нитью накала внутри лампы. В схеме рис. 116,*б* защитная сетка соединена с нитью накала снаружи лампы, а напряжение на экранную сетку подается от всей анодной батареи, но через гасящее сопротивление $R_э$. Экранная сетка, кроме того, соединена через конденсатор $C_э$ с нитью накала. Через этот конденсатор проходит переменная составляющая тока, возникающая в цепи экранной сетки при работе лампы. Это нужно для того, чтобы на экранной сетке было не изменяющееся по величине напряжение. В обеих схемах напряжение на анод подается через нагрузочное сопротивление R_a, с которого снимается усиленное лампой переменное напряжение.

Зачем же все-таки нужна защитная сетка? Введение этой сетки позволило устранить

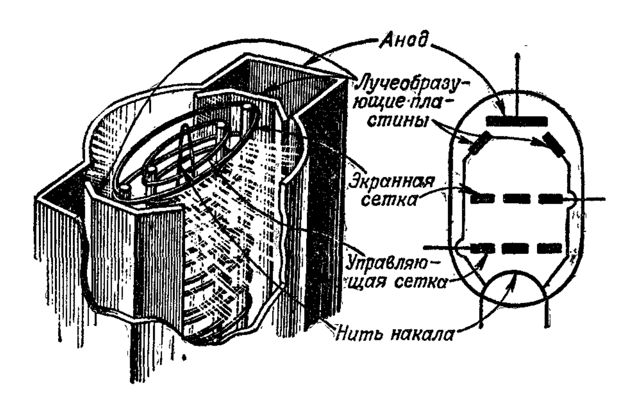


Рис. 117. Лучевой тетрод.

явление вторичной эмиссии — недостаток, присущий тетроду.

Проведи такой опыт. В блюдце, наполненное водой, пусти с высоты каплю воды. Ударившись о поверхность воды, капля выбьет из нее одну-две капли. Чем с большей высоты будет пущена капля, тем больше будет ее энергия полета, тем больше выбьет она капель из воды, находящейся в блюдце. Нечто подобное происходит и в лампе.

Скорость полета электронов от нити накала к аноду огромна. Они как бы бомбардируют анод. Каждый электрон способен выбить из анода по два-три и больше электронов. Эти «вторичные» электроны устремляются к экранной сетке — внутри лампы создается встречный поток электронов, нарушающий процесс усиления. Этого явления в пентоде нет благодаря защитной сетке, так как она, имея отрицательное напряжение относительно анода, отталкивает их обратно к аноду. Что же касается прямого потока электронов, защитная сетка почти не оказывает ему препятствия.

По своим усилительным качествам пентод лучше триода и тетрода.

К числу усилительных ламп относятся еще так называемые лучевые тетроды. В них вторичная эмиссия устраняется применением специальных пластинок, которые соединены с нитью накала и расположены между сетками и анодом (рис. 117). Название «лучевой» этот тетрод получил потому, что электроны в нем летят к аноду в виде отдельных лучей подобно свету прожекторов.

Лучевые тетроды применяются главным образом в выходных каскадах приемников и усилителей низкой частоты, от которых требуется получать электрические колебания звуковой частоты значительной мощности, чтобы привести в действие один или несколько громкоговорителей.

Существует много типов других, более сложных электронных ламп. Есть, например, лампы с четырьмя и пятью сетками, именуемые гексодами и гептодами. С такими лампами тебе придется иметь дело, когда начнешь строить супергетеродинные радиоприемники. Лампа, именуемая диод-пентодом, объединяет в одном баллоне диод и пентод. Диод этой лампы можно использовать в качестве детектора, а триод — в усилителе низкой частоты. Лампа, носящая название двойной диод-триод, содержит два диода и один триод, а сдвоенный триод — два триода.

Приходилось тебе видеть в некоторых приемниках светящиеся зеленым цветом «глазки»? Это — тоже электронные лампы, облегчающие точную настройку приемника на радиостанцию. Их называют оптическими индикаторами настройки.

КАТОДЫ ЭЛЕКТРОННЫХ ЛАМП

До сих пор мы рассказывали о радиолампах, в которых электроны вылетают непосредственно из нитей накала (катодов). Такие лампы называют лампами прямого накала или батарейными. Они предназначаются для использования в конструкциях, питание которых осуществляется от гальванических элементов или аккумуляторов. Их катоды — нити накала потребляют мало энергии, т. е. эти лампы экономичны. Катоды — нити накала большей части современных батарейных ламп рассчитаны на напряжение 1,2 *в* при токе 0,03—0,06 *а*. Мощность тока, потребляемая одной лампой от батареи накала, составляет всего 0,036—0,072 *вт*. Катоды батарейных ламп старых выпусков рассчитывались на напряжение 2 *в* при токе 0,06 *а*, т. е. они менее экономичны, чем современные лампы.

Катод лампы прямого накала раскаляется сразу же после включения тока и мгновенно охлаждается при выключении его. Если питать его переменным током, он в такт с изменениями тока будет накаляться то сильнее (при наибольших значениях тока), то слабее (при меньших значениях тока). В результате его эмиссия, а значит, и величина анодного тока лампы будут изменяться с удвоенной частотой переменного тока. Вследствие этого в телефонных трубках или громкоговорителе, подключенных к приемнику, будет слышен сильный гул низкого тона, мешающий слушать передачу. Гул этот называется фоном переменного тока.

Катоды сетевых ламп, т. е. ламп, предназначенных для работы в радиоконструкциях, питаемых от сети переменного тока, устроены

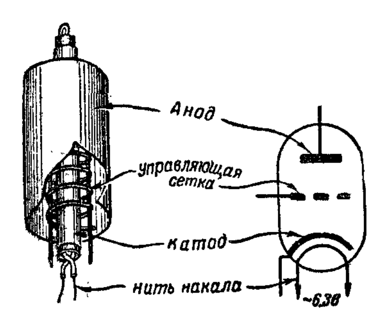


Рис. 118. Устройство и схематическое изображение лампы с подогревным катодом.

иначе. В них электроны излучают не нити накала, а подогреваемые ими металлические цилиндрики, на поверхность которых нанесен «активный слой», хорошо излучающий электроны при его нагреве. Следовательно, в таких лампах катодами являются эти цилиндрики. Устройство триода с таким катодом и его изображение на схемах показаны на рис. 118. Здесь цилиндрик-катод окружен управляющей сеткой и анодом, а внутри его находится нить накала, покрытая слоем теплостойкой изоляции. Нить накала питают переменным током. Раскаляясь, она разогревает цилиндрик-катод. Электроны испускает разогретый катод. Следовательно, нить накала такой лампы является как бы электрической печкой, подогревающей катод. Ее называют подогревателем, а лампы с катодом такого устройства именуют лампами с подогревными катодами или лампами с косвенным накалом.

Почему так сложно устроен катод сетевой лампы? Чтобы избежать влияния изменений нагрева нити на анодный ток лампы. Цилиндрик обладает относительно большой массой, поэтому его температура при изменениях величины тока через подогреватель в течение периода переменного тока не изменяется. В результате эмиссия получается равномерной и при работе приемника фон переменного тока не слышен.

Нить накала сетевой лампы обозначают на схемах так же, как в батарейной лампе, а катод — дужкой, расположенной над нитью накала (рис. 118). Катод изолирован от нити накала и имеет отдельный вывод.

Нити накала большинства сетевых ламп рассчитаны на напряжение 6,3 *в*. Оно подается от трансформаторов. Потребляемые подогревателями мощности тока во много раз больше, чем мощности, расходуемые на нити накала батарейных ламп. Повышенный расход энергии на питание подогревных ламп вполне допустим, так как стоимость электроэнергии, получаемой от сети, значительно ниже расходов на приобретение батарей.

Сетевые лампы начинают действовать не мгновенно после включения тока, а только через 30—40 *сек*, после того, как прогреется катод.

Отметим, что в выпрямителях и в некоторых усилителях, питаемых от сети переменного тока, иногда все же используют лампы с катодами прямого накала. Но их делают более толстыми, чем в батарейных лампах. Вследствие этого при периодических изменениях величины накаливающего тока, их температура и электронная эмиссия изменяются мало.

КАК ПО НАИМЕНОВАНИЮ РАДИОЛАМПЫ ОПРЕДЕЛИТЬ ЕЕ НАЗНАЧЕНИЕ

Наша промышленность выпускает большое количество радиоламп различных типов, применяемых в самых разнообразных радиотехнических устройствах. В особую группу принято объединять радиолампы, используемые в приемниках, усилителях низкой частоты и телевизорах. Ее называют группой приемно-усилительных ламп. Именно с этими лампами тебе в основном и придется иметь дело, изготовляя приемники, усилители и другие радиоприборы.

Конструкции приемно-усилительных ламп весьма разнообразны. Некоторые из этих ламп и панельки для них показаны на рис. 119. Слева ты видишь стеклянную лампу. Ее выводные штырьки впаяны непосредственно в нижнюю утолщенную часть баллона. Сверху находится запаянный отросток, через который из лампы откачен воздух. Подобные лампы своим видом напоминают пальцы. Потому их и называют пальчиковыми лампами.

Это — самые современные радиолампы. Все новые конструкции радиовещательных

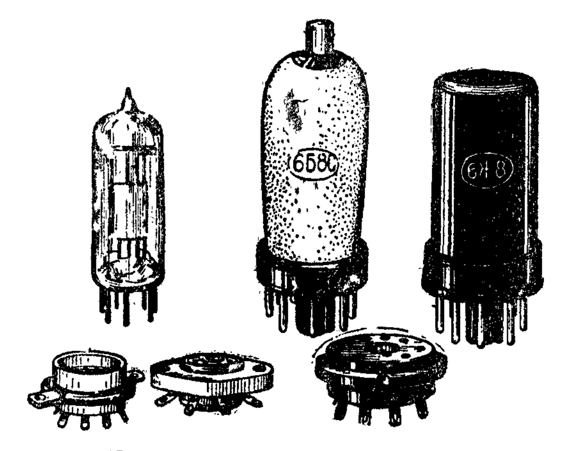


Рис. 119 Конструкции некоторых радиоламп и их панелек.

приемников строятся только на пальчиковых лампах.

В середине рис. 119 изображена лампа со стеклянным баллоном. Она имеет пластмассовый цоколь с выводными штырьками и один контактный вывод сверху баллона. Справа — лампа со стальным баллоном. В нижнюю его часть вставлен пластмассовый цоколь с выводными штырьками. Соединение электродов со штырьками сделано проводничками, впаянными в толстый стеклянный кружок, закрывающий изнутри нижнюю часть баллона.

Есть лампы, похожие на желудь. Их так и называют: лампы типа желудь. Есть так называемые сверхминиатюрные лампы — лампы величиной с огрызок карандаша. Такие лампы применяют, например, в слуховых аппаратах, используемых людьми с плохим слухом.

Металлические баллоны имеют главным образом сетевые триоды и пентоды, предназначенные для усиления колебаний высокой и низкой частоты. Значительная же часть сетевых ламп, а также все батарейные лампы имеют стеклянные баллоны.

Металлический баллон является экраном — стенкой, ограничивающей распространение электрических полей, возникающих внутри лампы, а также защищающей лампу от воздействия на нее внешних полей. Он обычно имеет вывод к отдельной ножке, которая соединяется с заземленным проводником радиоконструкции. Такие лампы постепенно выходят из употребления.

Металлизированный слой, нанесенный на стеклянные баллоны, также является экраном.

Каждой лампе присвоено название, состоящее из цифр и букв, расположенных в определенном порядке, например: 1К1П, 1Б1П, 6Н8С, 6Ж8, 6П6С.

Первая цифра, входящая в наименование лампы, указывает округленно напряжение, на которое рассчитана ее нить накала (напряжение 6,3 *в* округляют до 6, напряжение 1,2 *в* — до 1 *в*). Второй знак в наименовании лампы — буква — характеризует число электродов лампы и ее назначение. Буквой Д обозначают диоды, буквой Х—двойные диоды, буквой С-триоды, буквами К и Ж — маломощные пентоды, буквой П — выходные пентоды и лучевые тетроды, буквой Ц — кенотроны — лампы, предназначенные для работы в выпрямителях, буквой Е — индикаторы настройки. Частотно-преобразовательные лампы (с ними мы познакомим тебя позже) обозначают буквами А или И. Триод, объединенный в одном баллоне с одним или двумя диодами, обозначают буквой Г. Пентод, объединенный с одним или двумя диодами, — буквой Б, а двойные триоды — буквой Н.

Следующий, третий, знак в наименовании лампы указывает порядковый номер данного типа лампы, а последний знак характеризует баллон лампы. Лампы со стеклянными баллонами относительно больших размеров имеют в обозначении букву С, пальчиковые лампы — букву П, лампы типа желудь — букву Ж, а сверхминиатюрные — букву Б или А. Лампы старых типов с уменьшенным стеклянным баллоном (так называемые малогабаритные) имеют в конце наименования букву М. Отсутствие в наименовании лампы четвертого знака указывает на то, что эта лампа имеет металлический баллон.

Зная эти условные обозначения, нетрудно расшифровать наименования ламп. Попробуем это сделать на нескольких примерах. Лампа 1К1П: ее нить накала рассчитана на 1,2 *в* (первый знак в наименовании — цифра 1); это высокочастотный пентод (второй знак — буква К), модель первая (третий знак — 1); ее баллон стеклянный, пальчикового типа (четвертый знак — буква П).

Лампа 1Б1П: диод-пентод, 1,2-вольтовой серии, первая модель пальчикового типа.

Лампа 6Н8С: двойной триод с нитью накала на 6,3 *в*, модель восьмая, со стеклянным баллоном.

Лампа 6Ж8: пентод для усиления напряжения низкой частоты, со стальным баллоном (отсутствует четвертый знак), нить накала рассчитана на напряжение 6,3 *в*, модель восьмая.

Лампа 6П6С: 6,3-вольтовый лучевой тетрод со стеклянным баллоном, модель шестая.

Таким образом, название лампы дает некоторое представление о том, что собой она представляет и для какой цели пригодна. Более полные сведения, характеризующие наиболее распространенные в радиолюбительской практике лампы, мы помещаем в конце книги. В нее включены также некоторые лампы старых выпусков, имеющие несколько иную систему обозначений. К ним относятся, например, триод 6Ф5, пентоды 2Ж2М, СО-244 и некоторые другие.

ЦОКОЛЕВКА РАДИОЛАМП

Ты уже знаешь, что радиолампа соединяется с различными цепями и деталями радиоконструкции при помощи выводных контактных ножек — штырьков, которыми она вставляется в ламповую панельку.

Почти все лампы, кроме пальчиковых и сверхминиатюрных, имеют так называемый «октальный» цоколь (рис. 120), на котором по

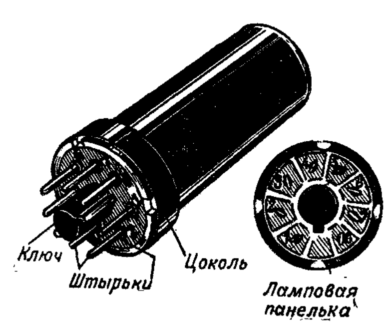


Рис. 120. Устройство октального цоколя и ламповая панелька для него.

окружности расположены штырьки. В зависимости от числа электродов в лампе штырьков может быть от четырех до восьми. В последнем случае все штырьки расположены на равном расстоянии друг от друга. Между штырьками октального цоколя, в его середине, имеется направляющий «ключ», исключающий ошибочное включение лампы в панельку. Ламповые панельки для таких ламп имеют по восемь гнезд и отверстие для направляющего ключа.

Каждому штырьку на цоколе, находящемуся на определенном месте по отношению к «бородке» ключа, и соответствующему этому штырьку гнезду на ламповой панельке присвоен строго постоянный номер. Нумерация штырьков и гнезд идет от бородки направляющего ключа по движению часовой стрелки, если на цоколь лампы или ламповую панельку смотреть снизу. Некоторые лампы имеют на верхней части баллона металлический колпачок. Это — вывод одного из электродов, обычно управляющей сетки. На него плотно надевается контакт в виде хомутика или колпачка, соединяющийся с деталями схемы гибким проводником. Лампы, у которых все электроды выведены к штырькам цоколя, называют одноцокольными.

Пальчиковые лампы цоколей не имеют, это — бесцокольные лампы. У них штырьки — заостренные никелевые проволочки (рис. 119, слева) — впаяны в утолщенные донышки стеклянных баллонов. Независимо от количества электродов большинство пальчиковых ламп имеет по семи штырьков, расположенных по окружности на равном расстоянии друг от друга, только между первым и седьмым штырьками расстояние вдвое больше, чем между всеми другими соседними штырьками.

Благодаря этому исключается возможность ошибочного включения лампы в панельку. Ламповая панелька для пальчиковой лампы соответственно имеет семь гнезд.

Лучевые тетроды, относящиеся к серии «пальчиковых», например 6П1П, имеют девять штырьков. Панельки для них имеют девять гнезд. Нумерация штырьков ламп и гнезд панелек идет от большого промежутка между ними в направлении движения часовой стрелки.

Как узнать, с каким штырьком соединен тот или иной электрод? Это можно сделать по справочной таблице цоколевки ламп, помещенной в конце книги (приложение 1). Ее надо изучить и хорошенько запомнить цоколевку тех ламп, которые будешь использовать в приемниках. Иначе в монтаже можно сделать ошибку, и приемник не будет работать.

В дальнейшем в практических схемах приемников или усилителей рядом с выводами электродов ламп мы будем ставить цифры, соответствующие номерам тех штырьков и гнезд ламповых панелек, к которым должны присоединяться провода и детали схемы.

РЕОСТАТ В ЦЕПИ НАКАЛА

Мы уже говорили, что нити накала батарейных ламп пальчиковой серии рассчитаны на напряжение 1,2 *в*. Питать их можно от элемента (или батареи) с начальным напряжением 1,3—1,4 *в*, так как они допускают повышение напряжения на 0,1—0,2 *в*. По мере разряда элемента напряжение его делается равным нормальному напряжению накала ламп.

Сложнее решается вопрос с питанием батарейных ламп старых выпусков, которые тебе возможно придется использовать в своих конструкциях. Дело в том, что нити накала этих ламп рассчитаны на 2 *в*, в то время как свежий элемент дает напряжение 1,2—1,4 *в*. При таком напряжении накала ток эмиссии мал и лампы работают плохо. Если соединить последовательно два элемента, получим напряжение около 3 *в* — почти на 1 *в* больше нормального. При таком напряжении лампа быстро выйдет из строя. Как быть в этом случае? — Включать в цепь накала реостат, которым можно регулировать напряжение на нитях ламп.

Реостат накала представляет собой переменное сопротивление. Одна из его конструкций показана на рис. 121,*а*. Он сделан из проволоки, обладающей большим сопротивлением, например никелиновой, намотанной на полоске из изоляционного материала. Полоска с проволокой согнута подковкой в неполный круг и укреплена на основании реостата, также сделанном из изоляционного материала. Один конец проволоки соединен с зажимом *1*,

второй конец остается свободным. Зажим *2* при помощи пластинки соединяется с осью, на которой укреплен металлический ползунок. Если с помощью ручки вращать ось, ползунок скользит по виткам проволоки. Чем дальше находится ползунок от зажима *1*, тем больше сопротивление реостата. Между зажимом *2* и свободным концом намотки имеется небольшой участок изоляционной подковки. Попадая на него, ползунок оказывается изолированным от проволоки.

Реостат включают последовательно в цепь накала, как показано на схеме рис. 121,*б*. В данном случае ток от положительного полюса батареи $Б_н$ идет через ползунок и сопротивление реостата к нити накала, а от нее к отрицательному полюсу батареи. Когда ползунок находится в крайнем левом (на схеме) положении, на нить накала подается полное напряжение батареи. По мере перемещения ползунка вправо сопротивление реостата увеличивается, а напряжение на нити накала уменьшается. Когда ползунок попадает на свободный от проволоки участок изоляционной подковки (на схеме рис. 121,*б* он не показан), цепь накала размыкается — лампа выключается.

Сопротивление реостата определяется тем избытком напряжения, которое необходимо погасить, и величиной тока накала лампы. Его можно подсчитать по формуле закона Ома. Допустим, что в приемнике используется лампа 2Ж2М. Ее нить рассчитана на 2 *в* при токе 60 *ма* (0,06 *а*). Свежая батарея

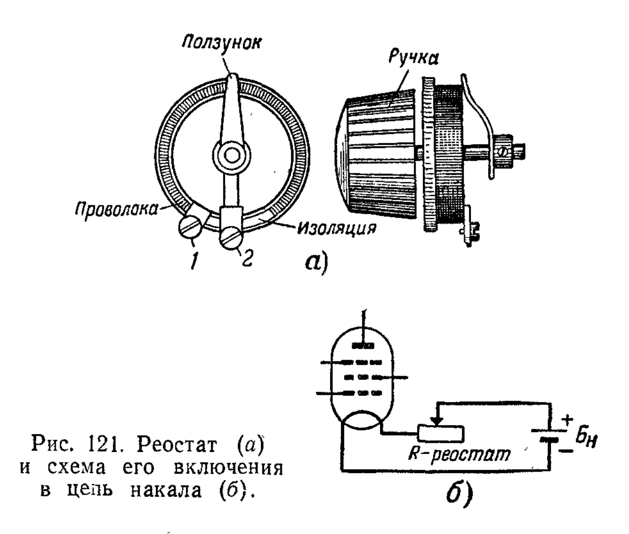


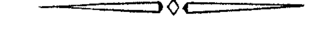
Рис. 121. Реостат (*а*) и схема его включения в цепь накала (*б*).

дает напряжение 3 *в*. Следовательно, реостатом надо погасить 1 *в*. В этом случае сопротивление реостата должно быть не менее чем

$$R = \frac{U}{I} = \frac{1}{0,06} \approx 17 \text{ ом}.$$

Если в приемнике работает несколько ламп, нити которых соединены параллельно, в формулу нужно подставить сумму токов накала всех ламп.

Нормальный накал нити ламп обычно подбирают опытным путем — на слух. Лампе дается такой накал, при котором передача хорошо слышна и при дальнейшем вращении ручки реостата громкость не увеличивается.



Беседа шестнадцатая

ОТ ДЕТЕКТОРНОГО К ЛАМПОВОМУ ПРИЕМНИКУ

В предыдущей беседе мы познакомили тебя с устройством и действием электронных ламп. Переходим к практическому использованию их в простых радиоприемниках и усилителях. Начнем с наиболее простого.

ЭЛЕКТРОННАЯ ЛАМПА ДЕТЕКТИРУЕТ

Самая простая электронная лампа — диод может быть использована как детектор модулированных колебаний высокой частоты. Для этого лампу надо включить в приемник вместо кристаллического детектора, как показано на рис. 122.

Как работает такой приемник? Так же, как любой из детекторных приемников. В детекторную цепь приемника, состоящую из диода и телефонных трубок, поступает переменное напряжение высокой частоты. Источником его является настроенный на радиостанцию колебательный контур *LC*. Ток течет от анода к катоду диода (на схеме направление этого тока показано стрелками) только при положительных полупериодах напряжения на аноде. Во время отрицательных полупериодов на аноде тока через диод нет. Высокочастотная составляющая выпрямленного тока, как обыч-

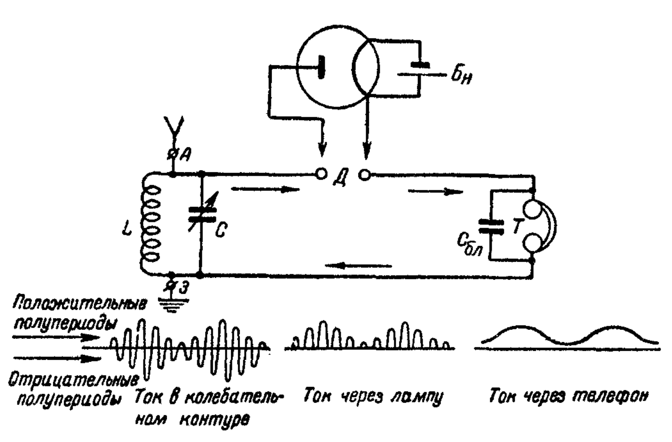


Рис. 122. Принципиальная схема радиоприемника с диодным детектором; внизу — графики, иллюстрирующие его работу.

но, проходит через блокировочный конденсатор $C_{бл}$, а низкочастотная составляющая — через телефонные трубки и преобразуется ими в звук. Как видишь, получается то же самое, что и при работе приемника с кристаллическим детектором.

Детектирование с помощью диода называют диодным детектированием, а приемник, в котором детектирующим элементом служит диод, — приемником с диодным детектором.

Можно ли в твоем детекторном приемнике кристаллический детектор заменить диодом? Можно. Попробуй. Для этой цели лучше всего подойдет диодная часть лампы 1Б1П или 1Б2П (пентодные части этих ламп не используются). Еще потребуется ламповая панелька и один элемент любого типа для питания нити накала.

Ламповую панельку укрепи на кусочке фанеры размером примерно 50×50 *мм* (рис. 123). У двух противоположных краев прибей к дощечке планочки, образующие стойки. К выводным лепесткам гнезд *1* и 7 панельки припаяй изолированные проводники для соединения нити накала с элементом. Кроме того, припаяй по проводнику к гнезду *3*, являющемуся выводом анода диода, и к одному из гнезд нити накала. Свободные концы этих двух проводников желательно снабдить штепсельной вилкой, при помощи которой диод будет включаться в гнезда приемника, предназначенные для кристаллического детектора.

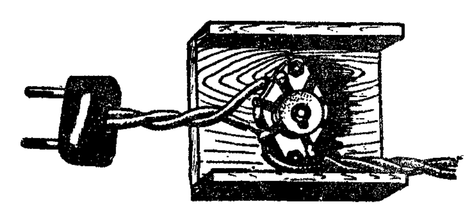


Рис. 123. Монтаж диодиой приставки к детекторному приемнику.

Заменяя кристаллический детектор диодом, не ожидай увеличения громкости приема, так как и в этом случае она зависит исключительно от силы приходящих сигналов. Чтобы приемник работал громче, нужно к нему добавить хотя бы одноламповый усилитель низкой частоты.

ОДНОЛАМПОВЫЙ УСИЛИТЕЛЬ К ДЕТЕКТОРНОМУ ПРИЕМНИКУ

С принципом действия одолампового усилителя, работающего на триоде, ты уже познакомился в предыдущей беседе. Теперь расскажем о том, как сделать к детекторному приемнику усилитель низкой частоты, но не на триоде, а на пентоде, чтобы слышимость передачи была погромче.

Схема такого усилителя изображена на рис. 124. В нем используется пентодная часть лампы 1Б1П или 1Б2П (диодная часть не используется). Для питания цепи накала потребуется один элемент, дающий напряжение 1,2—1,4 *в*, например типа 6С, а для питания цепей анода и экранной сетки — батарея напряжением 60—80 *в*, например БАС-80. Отрицательные полюсы обеих батарей присоединяются к зажиму, обозначенному $-Б_а-Б_н$. Плюс батареи накала присоединяется к зажиму $+Б_н$, а плюс анодной батареи — к зажиму $+Б_а$. Положительное напряжение на анод лампы подается через телефонные трубки, включаемые в гнезда «Выход», а на экранную сетку — непосредственно с зажима $+Б_а$. Защитная сетка соединена с катодом внутри лампы. Телефонные трубки являются нагрузкой анодной цепи лампы.

Между управляющей сеткой и катодом лампы включено сопротивление *R*. Его называют сопротивлением утечки сетки, потому что оно является тем «мостиком», по которому электроны, оседающие на сетке во время работы лампы, «стекают» на катод. Одновременно это сопротивление выполняет роль нагрузки детекторной цепи приемника, так как при соединении усилителя с приемником оно оказывается включенным в детекторную цепь приемника вместо телефонных трубок.

При работе приемника на сопротивлении *R* получается напряжение низкой частоты. Оно усиливается лампой, и телефонные трубки, включенные в ее анодную цепь, громко звучат.

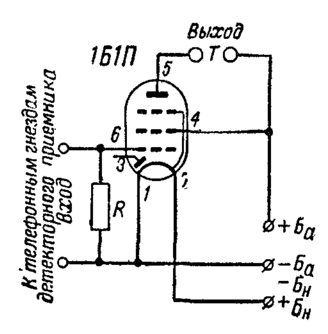
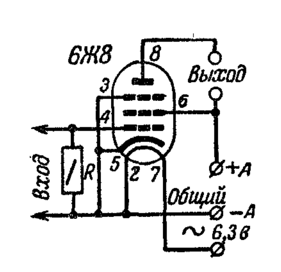


Рис. 124. Принципиальная схема одноламтювого усилителя низкой частоты к детекторному приемнику.



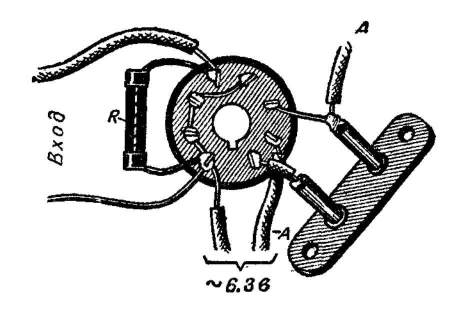


Рис. 126. Изменения, которые нужно произвести в схеме усилителя, чтобы можно было применить в нем лампу 6Ж8.

Те проводники, гнезда или зажимы, к которым подводится усиливаемое напряжение, называют входом, а те гнезда или зажимы, на которых получается усиленное напряжение, — выходом усилителя. В нашей схеме усилителя входом являются гнезда, соединенные с управляющей сеткой и катодом, а выходом — гнезда в анодной цепи лампы, предназначенные для включения телефонных трубок.

Общий вид и монтаж усилителя показаны на рис. 125. Шасси усилителя, т. е. основа конструкции, представляет собой перевернутый ящичек, изготовленный из фанеры и дощечек. Длина шасси 100—120 *мм*, ширина 60—80 *мм*, высота 30—40 *мм*.

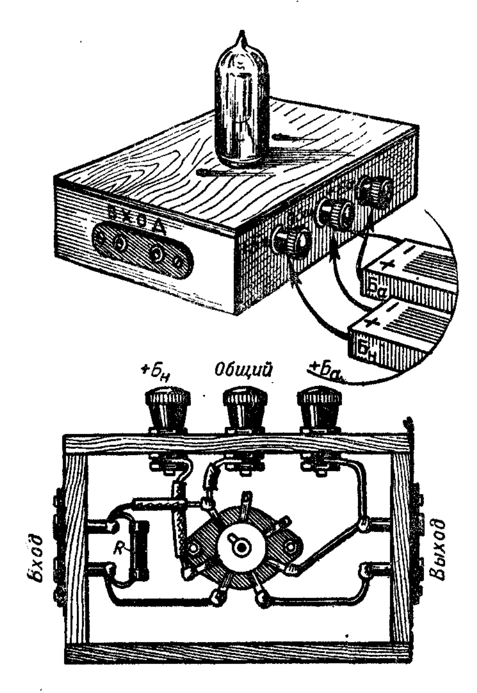


Рис. 125. Монтаж и общий вид одноламтювого усилителя.

На горизонтальной части шасси укрепи ламповую панельку, а на его боковых стенках входные и выходные гнезда и зажимы для подключения батарей. Величина сопротивления *R* может быть в пределах от 470 *ком* до 1 *Мом*.

Монтаж делай медным проводом диаметром 1—1,5 *мм*. Для соединения усилителя с приемником используй кусок шнура длиной 200—300 *мм* с вилками на концах. Одну вилку включи в гнезда «вход» усилителя, а вторую в телефонные гнезда детекторного приемника.

Когда усилитель будет работать, попробуй присоединить параллельно выходным гнездам конденсатор емкостью 2 200—5 100 *пф*. Если с ним усилитель будет работать лучше, припаяй его к гнездам. Выход усилителя рассчитан на включение телефона электромагнитного типа.

Вместо лампы 1Б1П или 1Б2П в усилителе можно использовать пентод 1К1П, 1К2П, 2Ж2М, 2К2М или лучевой тетрод 2П1П. В этом случае монтаж ламповой панельки надо делать в соответствии с цоколевкой новой лампы.

При наличии электроосветительной сети целесообразно строить усилитель, рассчитанный на питание от этой сети, применяя в нем одну из следующих ламп: 6Ж8, 6Ж7, 6К7, 6Б8С (используется пентодная часть), 6К1П, 6Ж2П, 6С5С. В этом случае надо изменить только ту часть схемы усилителя, которая относится к цепи катода. На рис. 126 слева показана такая измененная схема с пентодом 6Ж8, а справа — монтаж ламповой панельки, сделанный по этой схеме. Другие лампы имеют иную цоколевку, поэтому присоединение проводников к панельке будет несколько иным. Если в усилителе будет использован триод 6С5С, из схемы надо исключить проводник цепи экранной сетки.

Питать усилитель можно от любого выпрямителя (о выпрямителях расскажем в двадцать третьей беседе). Плюс выпрямителя подключается к зажиму $+A$, минус — к зажиму

—*А*, а выводы понижающей обмотки трансформатора к зажимам ~6,3 *в*. Таким образом, средний зажим является общим зажимом питания накальной, анодной и экранной цепей усилителя.

Чем ближе к радиостанциям находится приемник, тем громче звучат подключенные к усилителю телефонные трубки.

Детекторный приемник с одноламповым усилителем низкой частоты легко превратить в одноламповый приемник. Для этого электронную лампу надо поставить в такой режим работы, чтобы она одновременно и детектировала модулированные колебания высокой частоты и усиливала получаемые в результате детектирования колебания низкой частоты.

СЕТОЧНОЕ ДЕТЕКТИРОВАНИЕ

Схема приемника, в котором лампа выполняет одновременно роль детектора и усилителя низкой частоты, показана на рис. 127. Левая часть ее тебе хорошо знакома — это детекторный приемник, а правая — одноламповый усилитель. Колебательный контур соединен с управляющей сеткой лампы через конденсатор C_c, называемый сеточным.

Сначала посмотрим, как будет работать схема, если исключить из нее сопротивление утечки сетки R_c, как это сделано на рис. 128.

Если на управляющую сетку лампы не подается с контура переменное напряжение, в анодной цепи лампы течет ток постоянной величины (на графиках — участки *Оа*). При первом же положительном полупериоде на управляющей сетке анодный ток лампы увеличится. Но вместе с этим некоторое количество электронов неизбежно будет притянуто положительно заряженной сеткой и осядет на ней. Эти электроны «стечь» с сетки на катод не смогут, так как путь для них прегражден конденсатором C_c. Поэтому на сетке, а также на правой обкладке конденсатора C_c появится отрицательный заряд, т. е. сетка получит по отношению к катоду отрицательное напряжение.

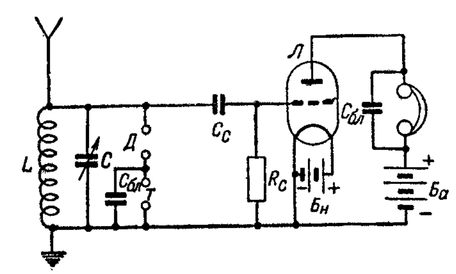


Рис. 127. Принципиальная схема простейшего однолампового приемника.

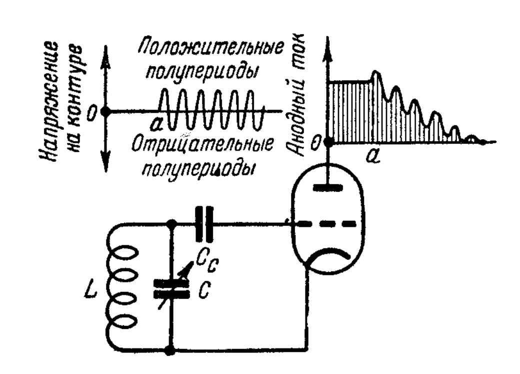


Рис. 128. Если в цепи сетки не будет сопротивления, сетка зарядится отрицательно и этим «запрет» лампу.

При отрицательном полупериоде переменного напряжения на сетке анодный ток лампы уменьшится. Во время следующих положительных полупериодов на сетке будут оседать новые порции электронов. Вследствие этого отрицательное напряжение на сетке будет постепенно увеличиваться, а анодный ток лампы уменьшатся. Наконец, сетка накопит настолько большой отрицательный заряд, что анодный ток упадет до нуля — лампа окажется «запертой». Это явление на рис. 128 иллюстрируется графиком анодного тока.

Иное дело будет, если между сеткой и катодом включить сопротивление R_c (как на рис. 127). Теперь электроны, оседающие на сетке при положительных периодах, будут «стекать» с нее на катод через это сопротивление. Если величина сопротивления R_c будет достаточно большой, то сетка не будет успевать полностью разряжаться при отрицательных полупериодах, в результате чего на ней относительно катода получится небольшое отрицательное напряжение.

При приеме модулированных колебаний оно все время изменяется, так как изменяется ток в цепи сетки. При увеличении амплитуд колебаний в контуре напряжение и ток сетки возрастают, а анодный ток от этого уменьшается. При уменьшении амплитуд напряжение и ток сетки уменьшаются, а анодный ток возрастает. Поскольку амплитуды колебаний в контуре изменяются с частотой модуляции, то с такой же частотой изменяются отрицательное напряжение на сетке и анодный ток.

На рис. 129 приведены графики, поясняющие действие конденсатора и сопротивления в цепи сетки. График *а* показывает, что если бы в цепи сетки не было конденсатора C_c и сопротивления R_c, то анодный ток лампы колебался бы около своего среднего значения

в такт с изменениями напряжения на сетке. В этом случае лампа работала бы как усилитель высокой частоты. График *б* показывает, как изменяется анодный ток лампы, когда в цепь сетки включены конденсатор и сопротивление. В этом случае колебания анодного тока «уходят вниз» под линию его среднего значения.

Постоянный ток, как тебе известно, создать в телефоне звук не может. Звук в телефоне вызывают только изменения, колебания тока с низкой частотой. Пропуская анодный ток через телефон, параллельно которому включен блокировочный конденсатор, телефон будет отзываться не на каждый высокочастотный импульс, а на серию их, образующих большую «впадину» (график *в*). Каждая такая «впадина» в анодном токе будет восприниматься мембраной телефона как толчок. Мембрана будет колебаться с частотой следования этих «впадин» в анодном токе, т. е. с частотой модуляции тока высокой частоты радиостанции.

Таким образом, при наличии в цепи управляющей сетки лампы конденсатора и сопротивления лампа становится детектором и одновременно усилителем колебаний низкой частоты. Детектирование происходит в цепи сетки, поэтому его и называют с е т о ч н ы м д е т е к т и р о в а н и е м.

Процесс сеточного детектирования можно объяснить еще следующим образом. Сетка и катод лампы образуют диод, на который с контура подаются модулированные колебания высокой частоты. В цепи диода, в том числе и на его нагрузке, которой является сопротивление R_c, возникает ток одного направления, колеблющийся со звуковой частотой. Лампа усиливает эти колебания.

Условия работы лампы как сеточного детектора определяются емкостью конденсатора и сопротивлением в цепи сетки. Емкость конденсатора может быть в пределах от 100 до 270 *пф*, а величина сопротивления от 470 *ком* до 2 *Мом*. Наилучшее сочетание величин этих деталей обычно подбирают опытным путем во время налаживания приемника.

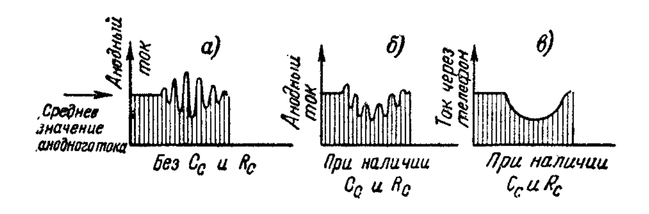


Рис. 129. Графики, поясняющие действие конденсатора и сопротивления, включенных в цепь управляющей сетки.

Сопротивление утечки сетки может быть включено не только между сеткой и катодом, как показано на рис. 127, но и параллельно сеточному конденсатору. От этого процесс детектирования изменится; если в первом случае электроны стекают на катод кратчайшим путем — через сопротивление, во втором случае они стекают на катод более длинным путем — через сопротивление и контурную катушку. На практике чаще применяют первое включение сопротивления утечки сетки.

СОСТАВЛЯЮЩИЕ АНОДНОГО ТОКА

Взгляни еще раз на график рис. 129,*б*, изображающий изменение анодного тока лампы, работающей в режиме сеточного детектора. Этот ток постоянен по направлению, но пульсирует. Он состоит из постоянной, низкочастотной и высокочастотной составляющих.

Телефон и блокировочный конденсатор, включенные в анодную цепь, ведут себя по отношению к составляющим анодного тока поразному. Постоянную составляющую телефон пропускает через себя свободно. Для высокочастотной составляющей индуктивное сопротивление его катушек очень велико. Поэтому через телефон высокочастотной составляющей пройти очень трудно, составляющая же низкой частоты проходит через телефон более свободно. Блокировочный конденсатор не пропускает через себя постоянную составляющую и оказывает очень большое сопротивление низкочастотной составляющей, но через него свободно проходит высокочастотная составляющая. Поэтому высокочастотная составляющая анодного тока идет через блокировочный конденсатор, а постоянная и низкочастотная составляющие проходят через телефон (рис. 130,*а*). В остальной части анодной цепи все составляющие идут вместе.

Будет ли приемник работать без конденсатора, блокирующего телефон? Да, будет. В этом случае ток высокой частоты будет «просачиваться» через емкости между витками катушек телефона и соединительными проводниками. Но без блокировочного конденсатора приемник будет работать хуже.

В схеме рис. 130,*а* высокочастотная и низкочастотная составляющие проходят через анодную батарею. Она оказывает этим переменным составляющим некоторое сопротивление, которое возрастает по мере разряда батареи. Желательно, чтобы эти составляющие проходили, минуя анодную батарею. Для этого параллельно анодной батареи тоже включают блокировочный конденсатор. Так сделано, например, в схеме, показанной на

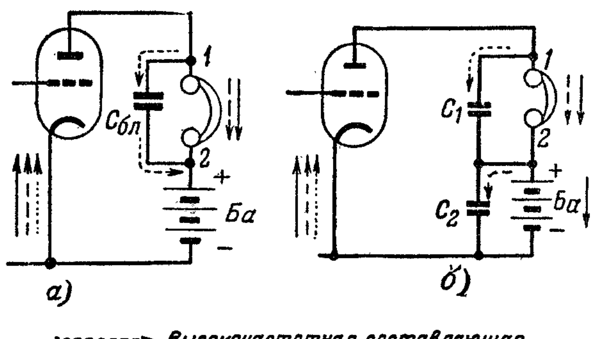


Рис. 130. Пути составляющих анодного тока.

рис. 130,*б*. Здесь конденсатор C_1 служит для пропускания высокочастотной составляющей в обход телефона, а конденсатор C_2—для пропускания мимо батареи низкочастотной и высокочастотной составляющих. Через анодную батарею проходит только постоянная составляющая.

Емкость блокировочного конденсатора C_1 может быть от 1 000 до 4 700 *пф*. Увеличение ее ведет к тому, что через конденсатор начнут проходить и составляющие, имеющие наиболее высокие частоты из передаваемых колебаний звуковой частоты, отчего приемник начнет «басить». Конденсатор C_2, блокирующий анодную батарею, должен иметь такую емкость, чтобы для самых низких частот его сопротивление было меньше, чем сопротивление батареи. Практически этот конденсатор должен иметь емкость не менее чем 0,1 *мкф*.

КАК СДЕЛАТЬ ПРОСТЕЙШИЙ ОДНОЛАМПОВЫЙ РАДИОПРИЕМНИК

Для простоты объяснения работы однолампового радиоприемника мы рассмотрели схему с трехэлектродной лампой.

Если же использовать пентод, приемник даст лучший результат.

Принципиальная схема простого батарейного однолампового приемника с пентодом приведена на рис. 131. В этом приемнике работает пентодная часть лампы 1Б1П или 1Б2П. Положительное напряжение на ее экранную сетку подается через сопротивление R_2 величиной 47—82 *ком*. Эта сетка соединена с катодом лампы через конденсатор C_4 емкостью 0,1—0,5 *мкф*. Емкость антенного конденсатора C_1 от 82 до 100 *пф*, сеточного конденсатора C_3 от 100 до 270 *пф*, блокировочного конденсатора C_5 от 2 200 до 4 700 *пф*, блокировочного конденсатора C_6 0,1—0,5 *мкф*. Величина сопротивления утечки сетки R_1 около 1 *Мом*.

Данные колебательного контура LC_2 мы не указываем, так как они известны тебе по детекторным приемникам. Здесь может быть использован контур не только с конденсатором переменной емкости, но и с вариометром, а также с секционированной катушкой.

Монтаж ламповой панельки приводим на рис. 132. Конструкцию самого приемника мы здесь не даем, представляя тебе самостоятельно решить вопрос, какой она будет. Можно, например, соединить вместе колебательный контур детекторного приемника с усилителем, превратив их в одноламповый приемник, или смонтировать лампу на панели детекторного приемника, или сделать новый приемник, используя имеющиеся детали,— это дело твоей смекалки.

В приемнике можно также использовать лампы 1К1П, 1К2П, 2К2М, 2Ж2М, изменив монтаж согласно цоколевке этих ламп.

Принципиальная схема такого же приемника, но рассчитанного на питание от сети переменного тока, приведена на рис. 133. Конденсаторы и сопротивления здесь те же, что и в батарейном варианте. В приемнике

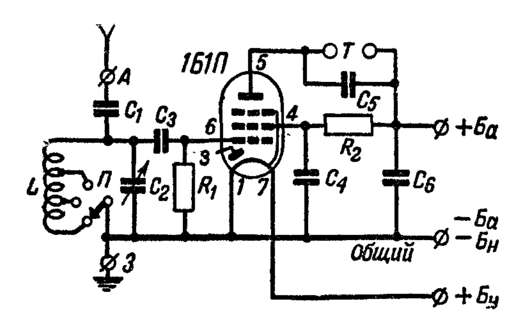


Рис. 131. Принципиальная схема батарейного однолампового радиоприемника.

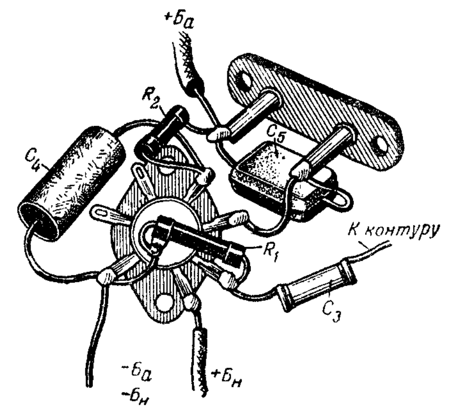


Рис. 132. Часть монтажной схемы однолампового батарейного радиоприемника.

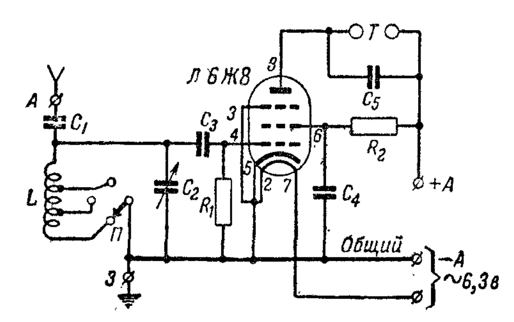


Рис. 133. Принципиальная схема сетевого однолампового радиоприемника.

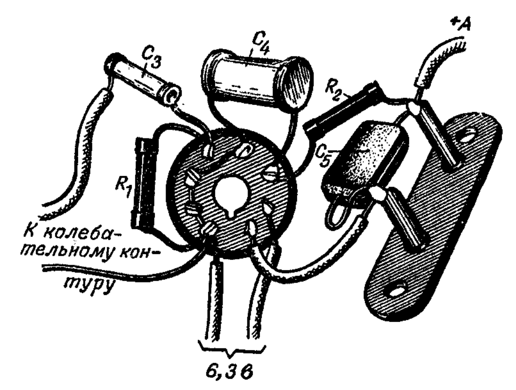


Рис. 134. Часть монтажной схемы сетевого однолампового радиоприемника.

может быть использован пентод 6Ж8, 6Ж7, 6К3, 6К7, 6К1П, 6Ж2П или пентодная часть лампы 6Б8С. На схеме указана нумерация выводов лампы 6Ж8. Монтаж панельки при использовании этой лампы дан на рис. 134. Этот приемник можно питать от любого выпрямителя, дающего напряжение 100—250 *в*. Он подключается к соответствующим зажимам приемника.

Коротко об испытании приемника. Прежде чем подключать к приемнику батареи или выпрямитель, проверь по принципиальной схеме правильность всех соединений, убедись в их прочности. Затем включи в выходные гнезда телефонные трубки. Включив источники питания, в телефонных трубках услышишь слабый шум. Если коснуться вывода управляющей сетки лампы сетевого приемника отверткой, взятой в руку, в телефоне услышишь гул, свидетельствующий об исправной работе лампы. После этого можно подключить к приемнику антенну и заземление и настраивать его на радиостанции.

Если приемник работать не будет, отключи источники питания, еще раз проверь монтаж, испытай детали при помощи пробника, описанного на стр. 254. Колебательный контур можно проверить отдельно, подключив к нему телефонные трубки и детектор.

Простейший одноламповый приемник дает достаточно громкий прием на телефонные трубки радиостанций, находящихся в радиусе 500—800 *км*. Наиболее близкие и мощные станции можно слушать на громкоговоритель. Для приема более удаленных станций чувствительность этого приемника недостаточна. Повысить чувствительность можно путем введения в приемник обратной связи. Как это сделать, расскажем в следующей беседе.

Беседа семнадцатая

ОДНОЛАМПОВЫЙ РАДИОПРИЕМНИК С ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ

Прежде чем строить приемник с обратной связью, обладающий способностью принимать сигналы отдаленных радиостанций, надо поговорить о самой сущности обратной связи.

Проведи с построенным тобой одноламповым приемником такой опыт. В его анодную цепь между анодом лампы и телефоном включи, как показано на рис. 135, малую катушку, которой ты пользовался при первых опытах с детекторным приемником (для упрощения схемы на ней не показана цепь накала и вместо пентода изображен триод). Назовем ее анодной катушкой и обозначим L_a.

Настроившись на какую-либо радиостанцию, приблизь анодную катушку к катушке колебательного контура $L_к$. При этом слышимость передачи в телефоне возрастет или уменьшится. Если громкость уменьшилась, переверни анодную катушку и снова поднеси ее к контурной катушке, но уже другой стороной. Чем больше будешь сближать катушки, тем громче будет слышна передача. Если же

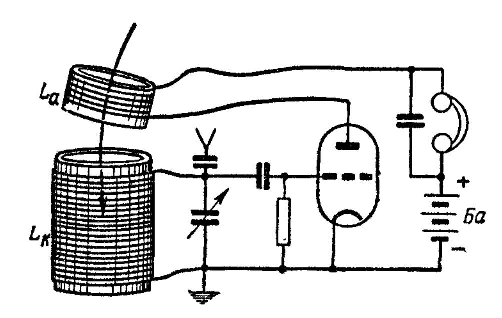


Рис. 135. Опыт с одноламповым приемником.

анодную катушку ввести внутрь катушки контура, то в телефоне появится свист.

Включив в анодную цепь лампы катушку L_a, мы и получили приемник с обратной связью. Он позволит слушать передачи многих отдаленных радиовещательных станций.

Чем это вызвано?

ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ

Анодный ток лампы, работающей в режиме сеточного детектирования, как ты уже знаешь, содержит в себе высокочастотную составляющую. Тебе также известно, что вокруг проводника с переменным током всегда возбуждается переменное магнитное поле. Значит, вокруг катушки, включенной в анодную цепь, тоже имеется переменное магнитное поле, изменяющееся с частотой колебаний в контуре. Сближая катушки, мы вводим катушку контура в переменное магнитное поле высокой частоты анодной катушки. Это поле индуктирует в катушке контура колебания высокой частоты. Другими словами, часть энергии из анодной цепи лампы передается в колебательный контур. Чем ближе находятся друг к другу катушки, тем больше энергии поступает из анодной цепи в контур.

Энергия, полученная контуром из анодной цепи лампы, увеличивает амплитуду колебаний, которые уже существуют в контуре. Усиленные, они вновь подаются на сетку и опять усиливаются лампой, снова попадают обратно в контур сетки и так далее, пока не наступает некоторый предел, после которого усиление прекращается и в контуре приемника возникают собственные незатухающие колебания.

Анодную катушку, с помощью которой энергия из анодной цепи лампы передается обратно в колебательный контур, включенный в цепь сетки этой лампы, называют катушкой о б р а т н о й с в я з и, а приемник с такой катушкой — приемником с обратной связью или р е г е н е р а т о р о м.

Обратная связь повышает чувствительность приемника, т. е. делает его способным принимать передачи отдаленных станций. Одновременно с этим повышается и избирательность приемника, он лучше выделяет сигналы той станции, на которую он настроен.

САМОВОЗБУЖДЕНИЕ ПРИЕМНИКА

Когда контур получает из анодной цепи лампы много энергии или, как говорят, получается очень сильная обратная связь, приемник самовозбуждается — в его контуре возникают собственные незатухающие колебания высокой частоты. Они существуют независимо от того, поступают ли в контур колебания из антенны или нет.

В колебательном контуре приемника могут одновременно существовать колебания с частотой радиостанции и собственные колебания, имеющие несколько иную частоту. Складываясь вместе, эти колебания образуют так называемые биения. В результате детектирования биений получаются колебания третьей частоты. Так, например, если приемник принимает радиостанцию, работающую на частоте 1 000 *кгц*, а собственные колебания в контуре имеют частоту 1 002 *кгц*, то в результате детектирования биений получаются колебания с частотой 1 002—1 000 = 2 *кгц*, или 2 000 *гц*. Другими словами, частота биений равна разности двух частот, существующих в контуре.

Как проявляют себя эти биения?

Настрой приемник на радиостанцию. Приблизь катушку обратной связи к контурной настолько, чтобы возникла генерация. Одновременно с передачей ты услышишь еще непрерывный звук. Если медленно изменять настройку контура, высота этого звука будет также изменяться.

Эти колебания звуковой частоты, слышимые в телефоне, и являются биениями. Они искажают принимаемую передачу.

То, что приемник с обратной связью обладает повышенной чувствительностью и избирательностью, это его достоинство. А вот то, что он при чрезмерно сильной обратной связи генерирует колебания высокой частоты, в этом его недостаток.

Но этим не исчерпываются недостатки генерирующего приемника: он еще создает помехи другим приемникам, которые сами работают нормально и не генерируют. Происходит это потому, что антенна генерирующего приемника излучает колебания в пространство. Они достигают антенн находящихся поблизости приемников. При попытке приема на эти приемники той же станции, на которую

настроен излучающий приемник, они будут принимать колебания двух частот, биения между которыми создадут свист, мешающий приему.

Помехи от генерирующих радиоприемников представляют большое зло. Поэтому пользоваться приемником с обратной связью надо очень аккуратно, не доводить его до генерации.

РЕГУЛИРОВАНИЕ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ

Наибольшее усиление приемника с обратной связью получается вблизи «порога» генерации, когда достаточно малейшего увеличения обратной связи, чтобы приемник загенерировал. При уменьшении величины обратной связи усиление приемника падает. Чтобы иметь возможность изменять это усиление, получать наилучшее усиление, величину обратной связи надо регулировать.

Существует несколько способов регулирования обратной связи. В схеме рис. 135 катушка обратной связи включена последовательно в анодную цепь лампы и индуктивно связана с катушкой контура. Здесь величину обратной связи можно регулировать изменением расстояния между катушками или изменением положения катушки обратной связи внутри контурной, как в вариометре.

Разновидностью схемы с последовательной обратной связью является схема, показанная на рис. 136. В этом случае катушка обратной связи $L_{об}$ и катушка колебательного контура наматываются на общем каркасе, а величина обратной связи регулируется переменным сопротивлением $R_{об}$, включенным параллельно катушке обратной связи. Когда ползунок сопротивления $R_{об}$ находится в верхнем положении, оно оказывает высокочастотной составляющей анодного тока значительно большее сопротивление, чем катушка. Поэтому почти вся эта составляющая идет через катушку $L_{об}$. Величина обратной связи в это время наибольшая. Если же ползунок сопротивления находится в нижнем положении, то анодный ток течет, минуя катушку обратной связи. В этом случае обратной связи нет. Если ползунок сопротивления передвигать от одного крайнего до другого крайнего положений, обратная связь изменяется от максимума до минимума. Наивыгоднейшее положение ползунка, при котором приемник дает наибольшее усиление и не генерирует, подбирается практическим путем во время настройки на радиостанцию.

На рис. 137 приведена схема приемника с параллельной обратной связью. Здесь цепь обратной связи образуют катушка $L_{об}$, намотанная на общем каркасе с контурной катушкой, и конденсатор переменной емкости $C_{об}$. Эта цепь включена между катодом и анодом лампы, т. е. не последовательно в анодную цепь лампы, как в предыдущей схеме, а параллельно ей. В данном случае по цепи обратной связи может течь только высокочастотная составляющая анодного тока. Величина ее определяется емкостью конденсатора $C_{об}$: чем меньше его емкость, тем меньше ток в цепи обратной связи. Проходящий по катушке $L_{об}$ ток высокой частоты возбуждает вокруг нее переменное магнитное поле, которое индуктирует в контурной катушке $L_к$ колебания высокой частоты. Чтобы эта схема могла нормально работать, между анодом лампы и телефоном должен быть включен дроссель высокой частоты *Др* — катушка индуктивности, имеющая большое количество витков. Он свободно пропускает через себя ток низкой частоты, который преобразуется телефоном в звук, но оказывает большое сопротивление току высокой частоты. Поэтому высокочастотная составляющая анодного тока лампы и идет главным образом по цепи из конденсатора $C_{об}$ и катушка $L_{об}$, которая имеет для нее меньшее сопротивление, чем дроссель.

Некоторая часть высокочастотной составляющей все же проходит через дроссель, но в телефон она не попадает, так как идет через блокировочный конденсатор.

Наибольшую емкость переменного конденсатора цепи обратной связи выбирают такой, чтобы он хорошо пропускал ток высокой частоты и в то же время оказывал большое сопротивление току звуковой частоты. Этим требованиям отвечает конденсатор, имеющий наибольшую емкость порядка 250—350 *пф*.

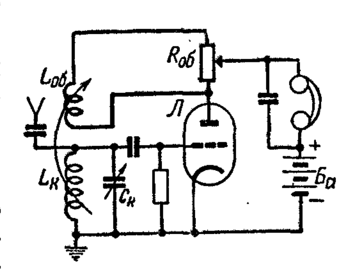


Рис. 136. Принципиальная схема одноламповорого приемника, в котором регулирование обратной связи производится переменным сопротивлением.

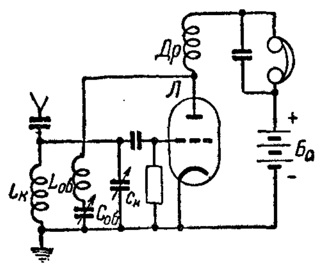


Рис. 137. Принципиальная схема однолампового радиоприемника, в котором регулирование обратной связи производится конденсатором переменной емкости.

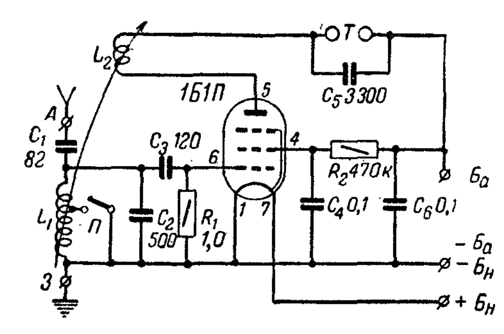


Рис. 138. Практическая принципиальная схема однолампового батарейного радиоприемника с обратной связью.

Опыт, проведенный тобой в начале беседы, показал, что если катушку обратной связи приближать к контурной катушке одной стороной, получается усиление, а если ее перевернуть, то она будет ослаблять прием. Чем объясняется это явление?

В зависимости от положения катушки обратной связи она может либо ритмично «подталкивать» существующие в контуре электрические колебания, как при раскачивании маятника, либо, наоборот, ослаблять их. Только в первом случае колебания в контуре будут усиливаться.

Найти правильное положение катушки обратной связи относительно контурной можно либо поворотом ее, либо переключением ее концов.

САМОДЕЛЬНЫЙ ПРИЕМНИК С ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ

Различие между батарейным и сетевым приемниками заключается лишь в используемых в них лампах. Поэтому мы подробно остановимся только на устройстве батарейного. Что же касается тех изменений, которые надо внести в него, чтобы он стал сетевым, мы расскажем несколько позднее.

Схема. Принципиальная схема [1] этого приемника показана на рис. 138. Она отличается от схемы простейшего однолампового приемника, разобранной в предыдущей беседе (рис. 131), только наличием обратной связи.

Приемник рассчитан на прием радиостанций средневолнового и длинноволнового диапазонов. Разомкнутое положение переключателя *П* соответствует длинноволновому, а замкнутое—средневолновому диапазонам. В первом случае в колебательный контур включены обе секции катушки L_1 и конденсатор переменной емкости C_2, а во втором — только верхняя секция катушки L_1 и конденсатор C_2. Таким образом, грубая настройка (переключение диапазонов) осуществляется переключателем *П*, а плавная — конденсатором переменной емкости C_2.

Катушка обратной связи L_2 включена в анодную цепь лампы последовательно — так же, как и в схеме рис. 135. С контурной катушкой она имеет переменную связь, что обозначено на схеме стрелкой, пересекающей катушки.

Обратная связь регулируется вращением катушки обратной связи внутри контурной, как в вариометре.

Параллельно анодной батареи включен блокировочный конденсатор C_6. Через него проходят переменные составляющие анодного тока. Хотя приемник может работать и без этого конденсатора, однако его присутствие желательно, особенно при частично разрядившейся анодной батарее.

Конструкция и детали. Приемник смонтирован на шасси с высокой передней панелью (рис. 139). На ее лицевую сторону выведены концы осей конденсатора переменной емкости C_2 и катушки обратной связи L_2, снабженные ручками со стрелками —указателями настройки. Около ручки оси катушки обратной связи имеются упоры, как в детекторном приемнике с вариометром, ограничивающие вращение оси. Внизу панели расположены гнезда для включения телефонных трубок и переключатель диапазонов. Сверху на шасси находятся катушки, конденсатор переменной емкости и лампа, на задней стенке шасси — зажимы для подключения антенны, заземления и батарей.

Остальные детали размещены в подвале шасси.

На шасси сзади конденсатора переменной емкости имеется свободное отверстие. В дальнейшем мы установим в него еще одну панельку для лампы усилителя низкой частоты.

Переднюю панель и заднюю стенку шасси можно изготовить из фанеры или доски толщиной 6—8 *мм*, а горизонтальную панель шасси — из фанеры толщиной 3—4 *мм*. Если конструкция окажется недостаточно жесткой, то прибей боковые стенки. Отверстия для ламповых панелек диаметром 16—17 *мм* просверли или выпили лобзиком до сборки шасси.

[1] Начиная с этой схемы, мы вводим общепринятую систему обозначения емкостей конденсаторов, величин и мощностей сопротивлений, о которой рассказано в двадцатой беседе.

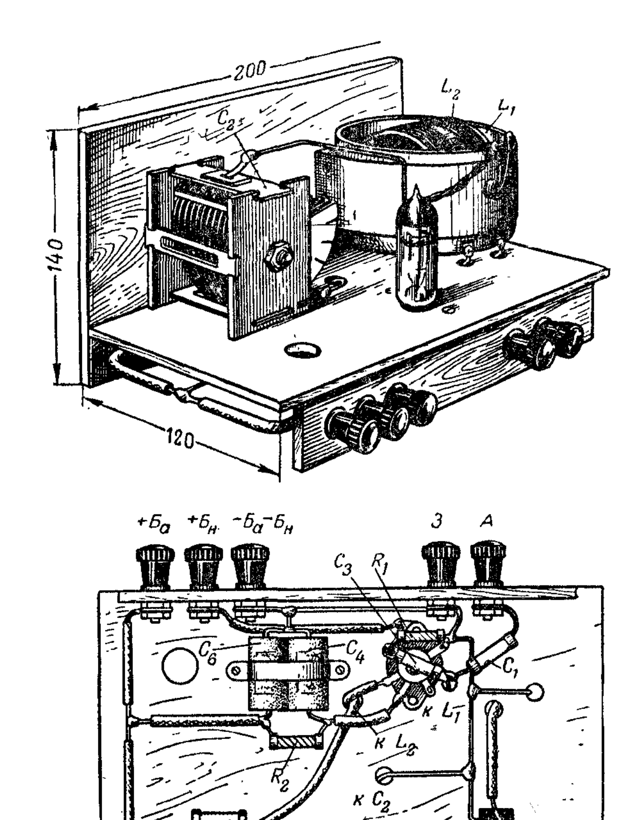


Рис. 139. Конструкция батарейного однолампового радиоприемника с обратной связью.

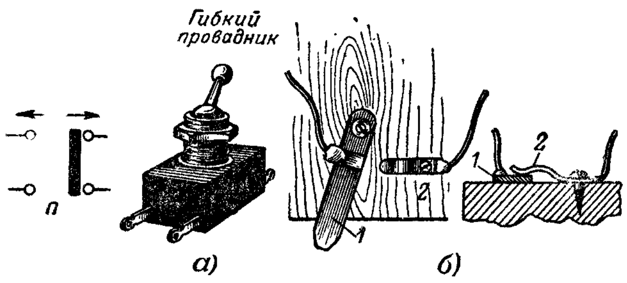


Рис. 140. Переключатели.
а — типа «тумблер»; *б* — самодельный ножевого типа.

В приемнике использован вариометр от детекторного приемника (рис. 66). Его малая подвижная катушка отключена от большой и используется как катушка обратной связи L_2. Большая катушка, используемая как контурная L_1, увеличена на 80 витков, которые намотаны сверху вторым слоем. Направление намотки витков этого слоя должно быть таким же, как и направление витков первого слоя. На переключатель идет отвод от 75-го витка катушки вариометра (2-й отвод); остальные отводы никуда не включаются. Таким образом, катушка обратной связи этого приемника содержит 70 витков, а контурная 210 витков с отводом от 75-го витка. Если катушки будешь делать заново, то высоту каркаса контурной катушки увеличь до 85—90 *мм*, чтобы витки уложились в один слой.

В приемнике используется конденсатор переменной емкости с воздушным диэлектриком. Его наибольшая емкость около 500 *пф*. Подойдет также конденсатор с твердым диэлектриком, в том числе и самодельный. Если имеется блок конденсаторов, можешь поставить его в приемник, но использовать будешь только одну его секцию.

Емкости остальных конденсаторов и величины сопротивлений указаны на принципиальной схеме (рис. 138). Отклонения от этих величин в сторону уменьшения или увеличения допустимо в пределах 25%. Емкость конденсаторов C_4 и C_6 можно увеличить до 0,5—1 *мкф*. Это положительно скажется на работе приемника.

В качестве переключателя диапазонов *П* использован малогабаритный выключатель типа «тумблер» (рис. 140,*а*). Такие выключатели применяются в настольных электролампах. Переключатель может быть и самодельным.

Устройство простейшего самодельного переключателя ножевого типа показано на рис. 140,*б*. Это — небольшая, длиной 40—50 *мм* и шириной 10—15 *мм*, планочка, вырезанная из какого-нибудь изоляционного материала, можно из сухой фанеры. Один конец планочки прикреплен шурупом к горизонтальной панели шасси; другой ее конец пропущен через щель в передней панели и выступает из нее. В середине планочки укреплена жестяная скобочка. К ней припаян гибкий проводничок, соединенный с заземленным проводником. Против скобочки укреплена пружинящая пластинка, к которой припаян отвод контурной катушки L_1. Если конец планочки переместить вправо, то скобочка будет соприкасаться с пружинящей пластинкой, замыкая тем самым нижнюю секцию катушки L_1.

Зажимы антенны и заземления можно заменить гнездами, а зажимы, предназначенные для подключения батарей, — гибкими изолированными проводниками, как это было сделано в диодной приставке к детекторному приемнику.

Питание. Для питания нити накала потребуется один элемент типа 6С или ему подоб-

ный, дающий напряжение 1,3—1,4 *в*, а для питания анода и экранной сетки лампы — батарея напряжением 60—80 *в*, например БАС-60, БАС-80. Приемник сохраняет работоспособность и при более низком анодном напряжении — 25—30 *в*. Батарею с таким напряжением можно составить из восьми — десяти батарей от карманного фонаря. Но при пониженном анодном напряжении прием будет слабее.

Монтаж. Сколотив и обработав шасси, укрепи на нем ламповую панельку, зажимы, телефонные гнезда, переключатель диапазонов. Затем, укрепи конденсаторы C_4 и C_6 при помощи жестяной полоски. Она, как хомутик, должна охватывать корпуса этих конденсаторов. Конденсатор настройки C_2 и катушки укрепляй на шасси последними. После этого можно приступить к соединению деталей между собой. Для монтажа используй медный провод, желательно изолированный, диаметром 1,5—2 *мм*. Заземленные провода могут быть неизолированными. Места соединений хорошо пропаивай. Очень важно, чтобы монтаж был жестким, чтобы детали и монтажные провода не болтались, иначе между ними могут возникнуть замыкания. Небольшие конденсаторы и сопротивления старайся припаивать непосредственно к другим более крупным деталям, не наращивая их выводы: сопротивление R_1 и конденсатор C_3 припаяй к контактным лепесткам ламповой панельки, сопротивление R_3 — к выводам конденсаторов C_4 и C_6, конденсатор C_5 — к телефонным гнездам.

Конденсаторы C_1 и C_3 одним выводом следует припаять к контактному лепестку *2* ламповой панельки, к нему же нужно припаять проводник, идущий к началу контурной катушки. В данном случае этот лепесток использован только как опора, поддерживающая монтаж, так как в лампе 1Б1П он не соединяется ни с одним из ее электродов.

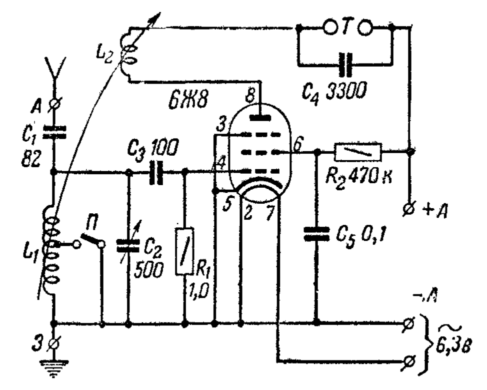


Рис. 141. Принципиальная схема сетевого однолампового радиоприемника с обратной связью.

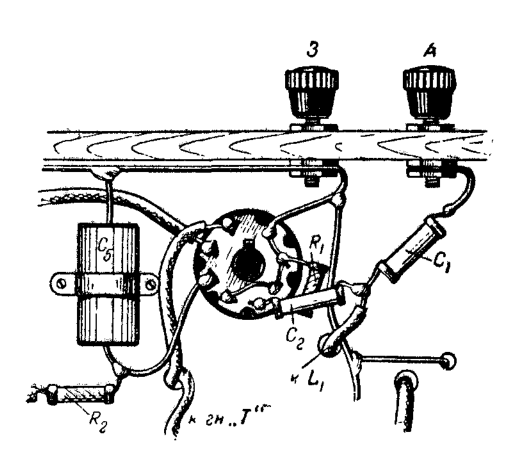


Рис. 142. Часть монтажной схемы сетевого приемника.

Теперь о сетевом приемнике. Его принципиальная схема приведена на рис. 141. Чем она отличается от схемы батарейного приемника? Прежде всего лампами: в батарейном используется пентодная часть лампы 1Б1П, а в сетевом пентод 6Ж8. В батарейном приемнике есть конденсатор C_6, блокирующий анодную батарею, а в сетевом применение его не обязательно, так как аналогичный конденсатор есть в выпрямителе. В остальном схемы этих приемников одинаковы. Следовательно, чтобы батарейный приемник стал сетевым, надо заменить ламповую панельку и произвести ее монтаж согласно схеме включения и цоколевки лампы 6Ж8 (рис. 142). Конденсатор C_6 можно исключить. Других изменений в монтаже приемника делать не надо. Питать приемник можно от любого выпрямителя.

Испытание и налаживание. Прежде всего сверь монтаж приемника с принципиальной схемой. Когда убедишься, что в монтаже ошибок нет, подключи к контуру цепочку из детектора и телефонных трубок и испытай эту часть как детекторный приемник, чтобы убедиться в ее исправности. Затем отключи временно катушку обратной связи, а анод лампы соедини с гнездом телефона напрямую. Вставь лампу, подключи источники питания и испытай приемник без обратной связи. Он должен работать так же, как простейший одноламповый приемник.

После этого можно включить катушку обратной связи. Проверь, как регулируется обратная связь. Настрой приемник на одну из хорошо слышимых радиостанций и медленно поворачивай ручку обратной связи. Громкость должна постепенно возрастать. При некотором положении катушки обратной связи в телефоне услышишь легкий щелчок и появится свист, искажающий передачу. Этот щелчок — порог генерации. Наиболь-

шее усиление будет чуть не доходя этого порога.

Если же вместо усиления будет ослабление приема, поверни катушку обратной связи на 180° или поменяй местами ее выводы. Может случиться, что при вращении катушки обратной связи громкость возрастает, но генерация не возникает. Это указывает на слабую связь между катушками приемника. Усилить ее можно увеличением числа витков катушки обратной связи: надо домотать еще 15—20 витков.

Налаживая батарейный приемник, попробуй отключить вывод сопротивления утечки сетки R_1 от вывода *1* ламповой панели и припаять его к выводу *7*. Оставь такое включение сопротивления, при котором приемник работает лучше. На этом налаживание приемника заканчивается.

ПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИЕМНИКОМ

Быстрая и точная настройка приемника с обратной связью достигается опытом. При приеме мощных, близко расположенных радиовещательных станций настройка приемника проста. Сначала нужно вращать ручку настройки до получения наибольшей громкости. Затем следует установить катушку обратной связи в такое положение, когда передача слышна еще лучше, но генерация не возникает.

При приеме дальних станций обратную связь доводят до появления в телефонах шума, характеризующего возникновение слабой генерации, и медленно вращают ручку настройки. Радиостанция при этом обнаруживается по появлению свиста высокого тона. Дальнейшее очень медленное вращение ручки настройки сопровождается снижением высоты тона, а затем снова повышением его. Ручка настройки должна быть установлена в среднее положение относительно свистов. Затем обратную связь уменьшают до прекращения свиста и незначительным поворотом ручки настройки подстраивают контур до получения наиболее громкого приема.

Настраивают приемник обычно одновременно обеими руками: одной рукой вращают ручку настройки, а другой регулируют обратную связь.

НАПОМИНАЕМ: ПОЛЬЗУЯСЬ ПРИЕМНИКОМ С ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ, СТАРАЙСЯ НЕ ОСТАВЛЯТЬ ЕГО В РЕЖИМЕ ГЕНЕРАЦИИ, НЕ ЗАСОРЯЙ ЭФИР ПОМЕХАМИ. НЕ БУДЬ «СВИНЬЕЙ В ЭФИРЕ», КАК НАЗЫВАЮТ РАДИОЛЮБИТЕЛИ ВЛАДЕЛЬЦЕВ ГЕНЕРИРУЮЩИХ ПРИЕМНИКОВ.

НЕКОТОРЫЕ ПРАКТИЧЕСКИЕ СОВЕТЫ

В батарейном приемнике лампу 1Б1П можно заменить лампой 1Б2П без каких-либо изменений в его схеме и конструкции. Приемник станет более экономичным. Могут быть использованы также лампы 1К1П, 1К2П, 2К2М, 2Ж2М. В случае применения лампы 2К2М или 2Ж2М накальную батарею надо составить из двух элементов, а в цепь накала включить реостат.

В сетевом приемнике можно использовать любой из следующих пентодов: 6Ж7, 6К7, 6К9С, 6К3, 6Ж4П, либо пентодные части ламп 6Б8С, 6Б8П.

Произведя замену лампы, учитывай цоколевку новой лампы.

Регулировку обратной связи можно производить переменным сопротивлением. При этом в колебательном контуре приемника может быть использована цилиндрическая катушка от детекторного приемника с конденсатором переменной емкости или от приемника с секционированной настройкой. Оберни катушку полоской тонкой бумаги, а поверх нее намотай в один слой 60—80 витков провода в любой изоляции диаметром 0,15—0,2 *мм*, распределив их по всей катушке. Эта катушка будет катушкой обратной связи. Она включается в анодную цепь лампы последовательно, а параллельно ей присоединяется переменное сопротивление величиной 5—10 *ком* (как на рис. 136). Регулирование обратной связи осуществляется этим переменным сопротивлением. Его можно поместить на панели между переключателем диапазонов и телефонными гнездами. Плавная настройка на радиостанции производится конденсатором переменной емкости.

Если ты собирал детекторный приемник с настройкой металлом, можешь сделать еще одну катушку корзинчатого типа, имеющую 80—100 витков. Ее надо приспособить так же, как и металлический диск, только с другой стороны катушки. Это будет катушка обратной связи. Включается она, как и в предыдущем примере, в анодную цепь лампы. Регулировать величину обратной связи можно либо сближением катушек, либо при помощи переменного сопротивления.

На рис. 143 показана схема однолампового приемника с обратной связью, регулируемой конденсатором переменной емкости. Здесь в колебательный контур входят две катушки: L_1 и L_2, намотанные на одном каркасе и соединенные последовательно. При приеме на средневолновом диапазоне работает только катушка L_1, а на длинноволновом диа-

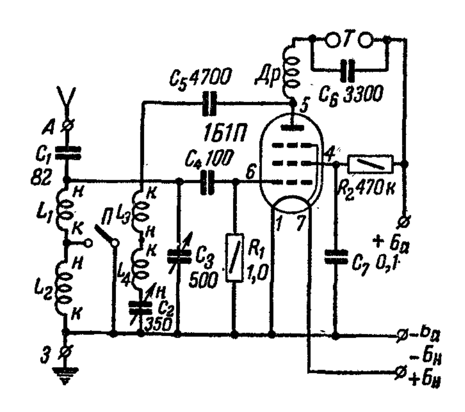


Рис. 143. Принципиальная схема батарейного радиоприемника с обратной связью, регулируемой с помощью конденсатора переменной емкости.

пазоне — обе катушки. Цепь обратной связи также состоит из двух последовательно соединенных катушек: L_3 и L_4, причем L_3 намотана рядом с катушкой L_1, а L_4 рядом с катушкой L_2. Когда приемник настраивается в диапазоне средних волн, катушка L_1 получает энергию из анодной цепи в основном через катушку L_3. Катушка L_4 в это время почти не влияет на работу приемника. При настройке же в длинноволновом диапазоне, когда в контур включены обе катушки, с одинаковой активностью действуют и обе катушки обратной связи. Обратная связь на обоих диапазонах регулируется конденсатором C_3.

В цепь обратной связи включен дополнительный конденсатор C_5, а в анодную цепь — дроссель высокой частоты *Др*. Емкость конденсатора C_5 2 700—5 100 *пф*. Он хорошо пропускает высокочастотную составляющую, необходимую для работы обратной связи, совсем не пропускает постоянный ток и оказывает большое сопротивление переменной составляющей низкой частоты. Если этого конденсатора не будет, то при случайном соединении пластин конденсатора C_2 анодная батарея окажется замкнутой накоротко через телефон, дроссель и катушки L_3 и L_4.

Если решишь применить в своем приемнике эту схему обратной связи, используй в нем катушки и дроссель высокой частоты, описанные в двадцатой беседе. Конденсатор обратной связи C_2 может быть как с твердым, так и с воздушным диэлектриком. Его наибольшая емкость 250—350 *пф*.



Беседа восемнадцатая

ГРОМКОГОВОРИТЕЛИ И ЗВУКОСНИМАТЕЛИ

Скоро ты приступишь к сборке более сложных приемников и усилителей низкой частоты и сможешь слушать радиопередачи не на телефонные трубки, а на громкоговорители.

Усилители низкой частоты многих ламповых приемников можно использовать для громкого воспроизведения грамзаписи. Для этого потребуется з в у к о с н и м а т е л ь, с помощью которого записанный на грампластинки звук преобразуется в электрические колебания. Для воспроизведения грамзаписи можно построить и специальный усилитель низкой частоты.

Как же устроены и работают громкоговорители и звукосниматели?

ГРОМКОГОВОРИТЕЛИ

Громкоговорители создают звуковые волны в воздухе мембранами конусообразной формы, сделанными из плотной бумаги. Их называют д и ф ф у з о р а м и. Некоторые громкоговорители имеют металлические рупоры. Такие громкоговорители предназначены главным образом для радиофикации площадей, улиц, парков, стадионов.

Кое где еще сохранились громкоговорители с большими диффузорами, напоминающие внешним видом тарелку. Это — электромагнитные громкоговорители типа «Рекорд».

Громкоговоритель «Рекорд», как и телефон, имеет сильный постоянный магнит, на полюсные наконечники которого насажены катушки из тонкого провода. Около полюсных наконечников находится я к о р ь — железная пластинка, скрепленная иглой с вершиной конусообразного диффузора. Когда через катушки идет ток низкой частоты, якорь колеблется и колеблет диффузор.

Эти громкоговорители можно применять в простых сетевых и батарейных приемниках,

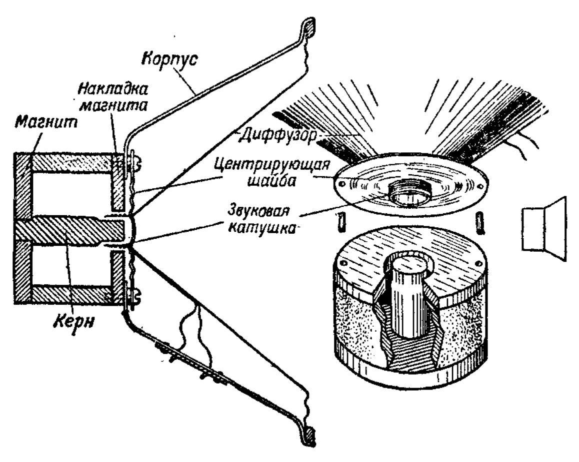


Рис. 144. Устройство и изображение на схемах электродинамического громкоговорителя с постоянным магнитом.

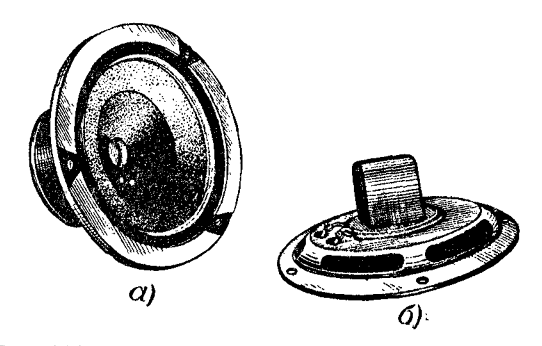


Рис. 145. Электродинамические громкоговорители.
а — с круглым диффузором; *б* — с эллипсовидным диффузором.

включая их непосредственно в анодную цепь лампы, как телефонные трубки. Многие из них снабжены регуляторами громкости, роль которых выполняют переменные сопротивления.

Недостаток электромагнитных громкоговорителей — низкое качество воспроизведения звука.

Сейчас наша промышленность выпускает главным образом электродинамические громкоговорители, дающие более высококачественное воспроизведение звука. За счет потребления ими большей энергии тока звуковой частоты они могут дать и более громкое звучание по сравнению с электромагнитными громкоговорителями.

Устройство электродинамического громкоговорителя с постоянным магнитом и его схематическое обозначение показаны на рис. 144. Между центральным стержнем кольцевого магнита — **к е р н о м** и его накладкой, имеющей в центре круглое отверстие, имеется зазор, в котором создается сильное магнитное поле. В этом зазоре находится катушка, намотанная на бумажном кольце, скрепленном с вершиной бумажного диффузора. Ее называют звуковой катушкой. При помощи центрирующей шайбы, приклеенной в стыке вершины диффузора с кольцом, звуковая катушка устанавливается точно в середине магнитного зазора. Благодаря гофрам центрирующей шайбы звуковая катушка может в небольших пределах колебаться в магнитном поле, не задевая ни за керн, ни за накладку.

Края диффузора гофрированы и приклеены к металлическому кольцу корпуса. Выводы от катушки сделаны изолированным многожильным проводом и снабжены контактными лепестками, укрепленными на изоляционной пластинке.

Действует электродинамический громкоговоритель так. Пока через звуковую катушку ток не идет, она находится в середине магнитного зазора. Когда же в катушке появится ток, вокруг нее возникает магнитное поле, которое взаимодействует с полем магнита. При одном направлении тока катушка выталкивается из зазора, а при другом направлении тока — втягивается в него. При пропускании через катушку переменного тока звуковой частоты катушка колеблется в зазоре. Вместе с катушкой колеблется диффузор — в воздухе создаются звуковые волны.

Встречаются электродинамические громкоговорители с подмагничиванием. Они не имеют постоянных магнитов. На керн такого громкоговорителя надета катушка, содержащая несколько тысяч витков. Ее называют катушкой подмагничивания или возбуждения. Когда через нее идет постоянный ток, то получается электромагнит, создающий в кольцевом зазоре, где находится звуковая катушка, сильное магнитное поле. В остальном громкоговоритель с подмагничиванием ничем не отличается от громкоговорителя с постоянным магнитом. Громкоговорители с подмагничиванием пригодны только для сетевых приемников или усилителей.

Внешний вид некоторых электродинамических громкоговорителей, применяемых в современных радиовещательных приемниках, в телевизорах, в усилителях для воспроизведения грамзаписи, показан на рис. 145.

В дешевых батарейных приемниках, а также для радиоточек трансляционной сети часто используют более простые электродинамические громкоговорители — бескаркасные. Устройство такого громкоговорителя показано на рис. 146. Его магнитная система находится под диффузором и крепится к доске с вы-

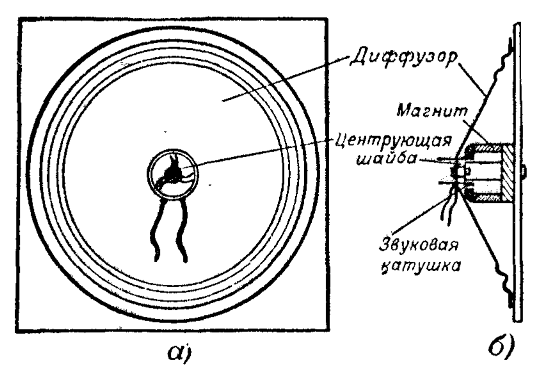


Рис. 146. Бескаркасный электродинамический громкоговоритель.
а — вид сзади; *б* — разрез.

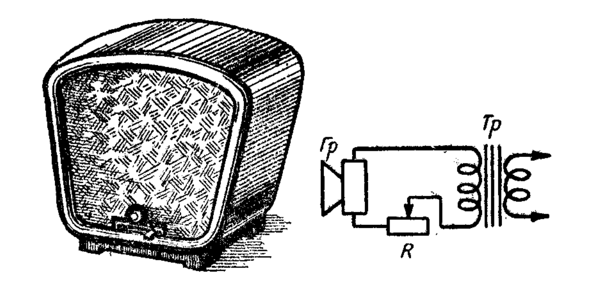


Рис. 148. Абонентский громкоговоритель (для радиотрансляционной точки).

резами, служащими для прохода звуковых волн. К ней же приклеиваются края диффузора. Звуковая катушка удерживается в кольцевом магнитном зазоре с помощью винта, пропущенного через отверстие в фигурной центрирующей шайбе, вклеенной внутрь каркаса звуковой катушки.

Звуковые катушки электродинамических громкоговорителей имеют по нескольку десятков витков провода диаметром 0,15—0,25 *мм*, намотанных чаще всего в два слоя. Их сопротивление 3—6 *ом*. Рассчитаны они на напряжение порядка нескольких вольт, но значительные токи. Включаются звуковые катушки не непосредственно в анодные цепи выходных ламп усилителей низкой частоты или в радиотрансляционные линии, а через понижающие трансформаторы. Понижая напряжение, они увеличивают подводимые к звуковым катушкам токи до нескольких ампер. Эти трансформаторы называют **выходными**, если громкоговорители используются в приемниках или усилителях.

Схема подключения электродинамического громкоговорителя в приемник показана на рис. 147. Буквами *Тр* здесь обозначен выходной трансформатор, цифрой *I* — его первичная обмотка, цифрой *II* — вторичная обмотка. Последняя соединена со звуковой катушкой громкоговорителя. Параллельно первичной обмотке включен конденсатор $C_{бл}$.

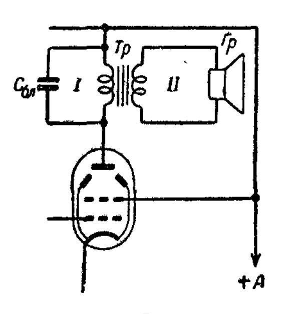


Рис. 147. Схема включения электродинамического громкоговорителя в приемник или усилитель.

Громкоговорители, предназначенные для радиотрансляционных сетей, называют абонентскими громкоговорителями. Они монтируются в изящных ящичках и снабжаются понижающими трансформаторами и регуляторами громкости. Один из таких громкоговорителей и его схема показаны на рис. 148. Регулятор громкости — переменное сопротивление *R* — в этом громкоговорителе включен последовательно со звуковой катушкой. В абонентских громкоговорителях других типов переменные сопротивления регуляторов громкости включены последовательно с первичными обмотками трансформаторов. Первичные обмотки трансформаторов абонентских громкоговорителей обычно рассчитаны на напряжение звуковой частоты 30 или 15 *в*. Есть громкоговорители, рассчитанные на оба эти напряжения. Переключение с одного напряжения на другое достигается перепайкой одного из проводов шнура на выводах первичной обмотки трансформатора.

Следует отметить, что эти напряжения являются наибольшими, эффективными, которые получают громкоговорители от радиотрансляционной сети при наиболее громкой передаче. Чем меньше громкость передачи, тем меньшее напряжение звуковой частоты получает громкоговоритель от сети.

Абонентские громкоговорители можно использовать в простых ламповых приемниках.

Важнейшей характеристикой громкоговорителя является его мощность. Это предельная, т. е. самая большая, мощность тока звуковой частоты, которую можно подвести к звуковой катушке громкоговорителя, не опасаясь, что громкоговоритель будет искажать передачу и быстро испортится.

Громкоговорители мощностью до 0,5 *вт* используются главным образом для радиотрансляционных сетей и в батарейных приемниках, а мощностью 1—5 *вт* — в сетевых приемниках и усилителях. Более мощные громкоговорители применяют для радиофикации

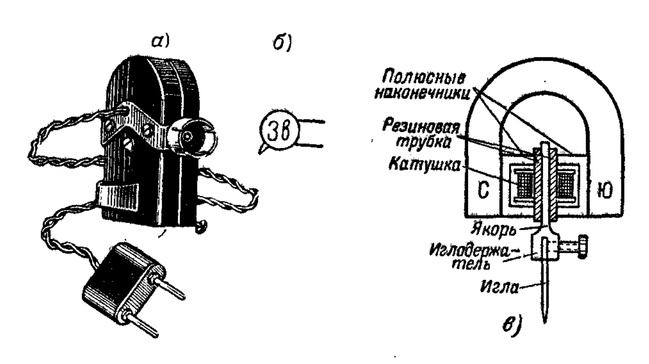


Рис. 149. Электромагнитный звукосниматель.
а — общий вид; *б* — изображение на схемах; *в* — внутреннее устройство.

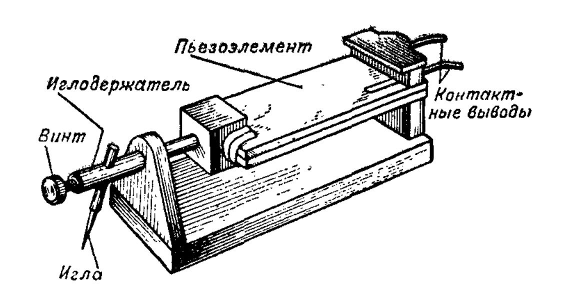


Рис. 150. Механизм пьезоэлектрического звукоснимателя.

больших помещений, например клубов, площадей, улиц, парков, в звуковых киноустановках.

Обращаться с громкоговорителями надо очень осторожно, чтобы не испортить звуковую катушку или диффузор. Громкоговоритель с порванным диффузором, даже если он заклеен, работает плохо.

ЗВУКОСНИМАТЕЛИ

Существует два типа звукоснимателей: электромагнитный и пьезоэлектрический.

Схематическое устройство и внешний вид одного из электромагнитных звукоснимателей показаны на рис. 149. В нем имеется подковообразный постоянный магнит с С-образными полюсными наконечниками, направленными навстречу друг другу. Между ними укреплена намотанная из тонкой изолированной проволоки катушка. Внутри катушки находится верхний конец стальной пластинки — якоря. Выступающая вниз часть якоря заканчивается иглодержателем, в который вставляется и зажимается винтом граммофонная игла. Якорь удерживается в среднем положении надетой на него эластичной резиновой трубкой. Если кончик иглы отклонить вправо, то противоположный конец якоря отклонится влево. Если же кончики иглы отклонить влево, противоположный конец якоря отклонится вправо. Каждое колебание якоря вызывает изменение состояния магнитного поля в зазоре полюсных наконечников, а изменяющееся магнитное поле возбуждает в катушке переменное напряжение.

Рассматривая внимательно граммофонную пластинку, ты, конечно, видел на ней зигзагообразную бороздку, идущую по спирали. Эта бороздка — «рисунок» звука, записанного на пластинке. При проигрывании пластинки кончик иглы звукоснимателя, следуя за всеми извилинами бороздки, колеблет якорь, поток магнитных силовых линий в нем изменяется, а в катушке индуктируется переменное напряжение звуковой частоты. Его величина при самых громких записанных звуках не превышает 0,1—0,3 *в*. Но если это напряжение усилить при помощи электронных ламп, то громкоговоритель, включенный на выход усилителя, громко воспроизведет записанный на граммофонной пластинке звук.

Катушка электромагнитного звукоснимателя содержит несколько тысяч витков провода ПЭЛ 0,05—0,08 *мм* и обладает сопротивлением около 2 000 *ом*. Включается звукосниматель в цепь сетки электронной лампы непосредственно или через потенциометр, служащий для регулирования громкости.

Механизм одной из конструкций пьезоэлектрических звукоснимателей в увеличенном виде показан на рис. 150. Основной его частью является пьезоэлемент, состоящий из пластинки сегнетовой соли, фосфата аммония или титано-бариевой керамики. Один конец пьезоэлемента зажат неподвижно, а другой скреплен с иглодержателем. При проигрывании грампластинки кончик иглы колеблется, а пьезоэлемент от этого вибрирует. Вибрация пьезоэлемента создает на поверхностях его пластинок переменные электрические заряды с частотой, соответствующей частоте звука, записанного на пластинке. Получающееся переменное напряжение звуковой частоты через выводы пьезоэлемента и соединительные проводники подается к усилителю низкой частоты, а от него к громкоговорителю.

Пьезоэлектрический звукосниматель дает воспроизведение записей с грампластинок лучше, чем электромагнитный. Он развивает и большее напряжение. Звукосниматель с пьезоэлементом из сегнетовой соли уступает электромагнитному в механической прочности. От ударов по игле или по корпусу звукоснимателя пьезоэлемент трескается, ломается.

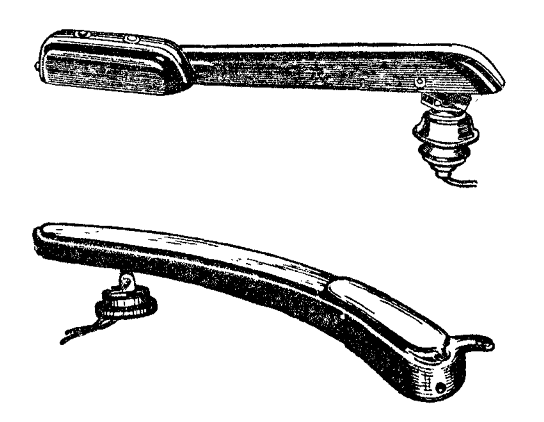


Рис. 151. Звукосниматели с тонармами.

Испорченный пьезоэлемент не поддается ремонту и должен быть заменен новым.

Пьезоэлектрический звукосниматель обозначают на схемах так же, как электромагнитный.

Звукосниматели, которые предназначены для проигрывания граммофонных пластинок при помощи патефонного механизма, имеют вид, показанный на рис. 149,*а*. Чаще же звукосниматели имеют специальные держатели, называемые тонармами (рис. 151).

В настоящее время широкое распространение получили так называемые долгоиграющие пластинки. Их спиральные канавки расположены очень близко друг к другу и имеют меньшую ширину, чем обычные. Для проигрывания этих пластинок нужны более легкие звукосниматели со специальными иглами.

Звукосниматели такого же веса, как используемые для проигрывания обычных пластинок, быстро изнашивают долгоиграющие пластинки.

В связи с появлением долгоиграющих грампластинок налажено производство универсальных звукоснимателей. На тонарме такого звукоснимателя имеется грузик, который можно приближать к головке звукоснимателя, когда проигрывается обычная пластинка, или отодвигать от нее, когда проигрывается долгоиграющая пластинка. При последнем положении грузика давление иглы на грампластинку уменьшается. В некоторых конструкциях звукоснимателей давление изменяется специальными пружинками. Есть универсальные звукосниматели, в которых поворачиваются их механизмы: одна их сторона рассчитана на проигрывание обычных, а другая — долгоиграющих пластинок.

Беседа девятнадцатая

УСИЛЕНИЕ НИЗКОЙ И ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ

Одноламповый приемник с обратной связью прост, дешев, экономичен в работе. Он дает возможность слушать передачи многих радиостанций, но в большинстве случаев только на телефон. Слушать же на телефон — это значит быть постоянно «привязанным» к приемнику.

Другое дело приемник с громкоговорителем: не нужно сидеть у приемника с телефонами на ушах, да и слушать передачу могут все, кто находится в комнате.

Для осуществления громкоговорящего приема к одноламповому приемнику надо добавить усилитель низкой частоты, содержащий одну или две радиолампы.

К одноламповому приемнику можно также добавить одну или две лампы, которые будут усиливать модулированные колебания высокой частоты, до того, как они попадут к детекторной лампе. Это будет усилитель высокой частоты.

Эту беседу мы посвящаем основным принципам работы многолампового приемника. Сразу же оговоримся: рассказывая о сущности действия того или иного каскада, мы будем пользоваться упрощенными схемами, не содержащими таких вспомогательных цепей и деталей, как, например, цепей накала и экранных сеток, обратной связи, блокировочные конденсаторы, переключатели диапазонов. Источниками питания анодных цепей будут батареи.

УСИЛИТЕЛЬ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ

Чтобы усилить переменную составляющую низкой частоты, имеющуюся в анодной цепи детекторной лампы, ее нужно прежде всего передать следующей усилительной лампе. Для этого надо «связать» лампы, перекинуть между ними «мостик».

Схема приемника, в котором в качестве такого мостика использован конденсатор,

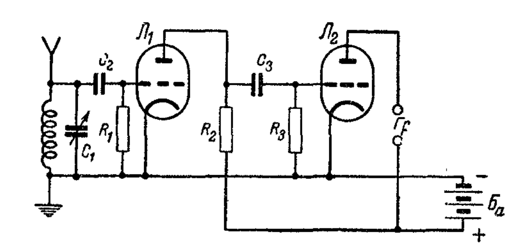


Рис. 152. Связь между каскадами на сопротивлениях.

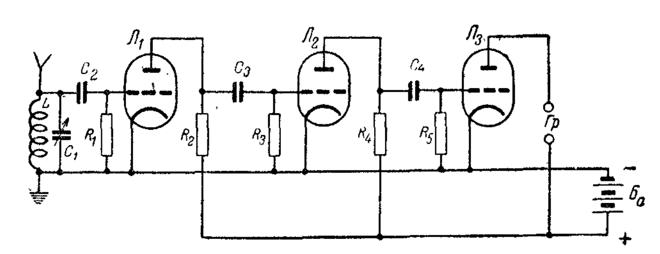


Рис. 153. Связь на сопротивлениях в приемнике с двумя каскадами усиления низкой частоты.

показана на рис. 152. Левая часть схемы тебе хорошо знакома. Это — простейший однoламповый приемник. Здесь он стал детекторным каскадом. Правая часть схемы, в которую входят лампы $Л_2$ и громкоговоритель, включаемый в гнезда *Гр*, тоже тебе знакома —такую схему мы разбирали в пятнадцатой беседе. Это — усилитель.

В анодную цепь детекторной лампы $Л_1$ вместо телефона включено сопротивление R_2, называемое анодным нагрузочным сопротивлением. На нем происходит падение напряжения низкочастотной составляющей анодного тока лампы, т. е. создается переменное напряжение звуковой частоты. Это напряжение через конденсатор C_3 подается на управляющую сетку лампы $Л_2$ и усиливается этой лампой. Усиленные лампой колебания проходят через громкоговоритель и преобразуются им в звук.

Конденсатор C_3, связывающий каскады приемника, называют разделительным или переходным. Его емкость должна быть такой, чтобы он хорошо пропускал всю полосу звуковых частот. Этому требованию отвечает конденсатор емкостью не менее чем 4 700 *пф*. Если емкость его будет мала, он плохо пропустит наиболее низкие звуковые частоты, будет срезать их — звук получится неестественным. Этот конденсатор, пропуская низкочастотную составляющую, совершенно не должен пропускать постоянный ток. Если же он будет хотя бы немного проводить постоянный ток, то на сетку усилительной лампы $Л_2$ одновременно с колебаниями низкой частоты попадет и положительное напряжение из анодной цепи предыдущей лампы. От этого анодный и сеточный токи усилительной лампы увеличатся, появятся большие искажения звука. Поэтому качество переходного конденсатора должно быть очень хорошим. Наиболее подходящим является слюдяной конденсатор.

Величина анодного нагрузочного сопротивления R_2 определяется свойствами используемой лампы. Для ламп 1Б1П и 6Ж8, например, величина этого сопротивления должна быть около 0,5 *Мом*. Сопротивление R_3, включенное в цепь сетки лампы усилителя, является сопротивлением утечки сетки. Величина его может быть в пределах от 0,1 до 1 *Мом*.

Усилитель приемника может быть двухкаскадным, если усиление одним каскадом окажется недостаточным для работы громкоговорителя. В этом случае схема приемника примет вид, показанный на рис. 153. Здесь R_2 и R_4 — анодные нагрузочные сопротивления, R_3 и R_5 — сопротивления утечек сеток ламп усилителя, конденсаторы C_3 и C_4 — переходные. Работа второго каскада ничем не отличается от работы первого каскада: лампа $Л_2$ усиливает колебания, полученные ею из анодной цепи лампы $Л_1$, а лампа $Л_3$ усиливает колебания, поданные к ней из анодной цепи предыдущей лампы.

Усилители, в которых для междукаскадной связи используются сопротивления и конденсаторы, называют усилителями на сопротивлениях.

В цепь сетки первой лампы усилителя низкой частоты, т. е. на его вход может быть включен и другой прибор, создающий колебания звуковой частоты, например звукосниматель или микрофон. Эти колебания будут усилены, а громкоговоритель преобразует их в звук. Такие усилители делают для проигрывания грампластинок, для усиления речей, в звукозаписывающих устройствах, для радиоузлов.

При работе от звукоснимателя или микрофона в качестве первого каскада усиления можно использовать детекторный каскад приемника, если в цепь сетки его лампы подавать не модулированные колебания высокой частоты, а колебания звуковой частоты. Они будут усилены этой лампой и поданы на следующий усилительный каскад. Таким образом, двухламповый приемник можно превратить в двухкаскадный усилитель. Если в цепь сетки его детекторной лампы включить переключатель, как это показано на рис. 154, которым можно включать сетку лампы на колебательный контур или на звукосниматель, этот при-

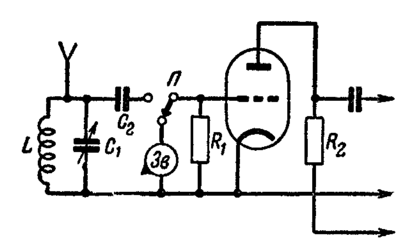


Рис. 154. Схема переключения с радиоприема на воспроизведение грамзаписи.

емник можно будет использовать для воспроизведения грамзаписи. Так делают почти во всех промышленных и любительских радиоприемниках.

В усилителях, содержащих несколько каскадов, различают каскады предварительного усиления и оконечный или выходной каскад. Выходным является последний каскад усилителя, работающий на громкоговоритель, а предварительными — все остальные каскады, находящиеся перед выходным.

Задача каскадов предварительного усиления заключается в том, чтобы увеличивать напряжение низкой частоты до величины, необходимой для работы лампы выходного каскада. От лампы же выходного каскада требуется повышение мощности колебаний звуковой частоты до величины, необходимой для работы громкоговорителя.

Если приемник двухламповый и он приспособлен для воспроизведения грамзаписи, то при подключении к нему звукоснимателя детекторный каскад становится каскадом предварительного усиления.

ЛАМПА ВЫХОДНОГО КАСКАДА

Для работы в выходных каскадах предназначены специальные радиолампы, которые так и называют: выходные. Это главным образом лучевые тетроды и пентоды. Если у ламп, предназначенных для усиления напряжения, анодный ток не может быть больше нескольких миллиампер, а иногда и долей миллиампера, то у выходных ламп он достигает нескольких десятков или даже сотен миллиампер. Анодный ток у батарейных выходных ламп меньше, у сетевых — больше.

Чем больше анодное напряжение и анодный ток лампы выходного каскада, тем мощнее может быть подключаемый к нему громкоговоритель. Так, например, батарейный лучевой тетрод 2П1П, обладая сравнительно небольшим анодным током, развивает мощность звуковой частоты до 0,25 *вт*. Этой мощности достаточно для нормальной работы одного маломощного динамического громкоговорителя или нескольких громкоговорителей типа «Рекорд». Но этой мощности слишком мало, чтобы заставить громко звучать более мощный динамический громкоговоритель. Лучевой подогревный тетрод 6П3С развивает мощность около 5 *вт*. От такой лампы может работать один пятиваттный или несколько менее мощных громкоговорителей.

Чтобы выходная лампа отдала громкоговорителю полную мощность, на ее управляющую сетку нужно подать достаточно большое напряжение низкой частоты. Подводя к управляющей сетке такой мощной лампы, как 6П3С, напряжение от детекторного приемника, нельзя ожидать большой громкости звучания громкоговорителя. Хотя анодный ток лампы будет большой, но низкочастотная составляющая этого тока будет слишком мала. Чтобы лампа 6П3С отдала большую мощность и заставила громкоговоритель громко звучать, на ее управляющую сетку нужно подать напряжение низкой частоты с амплитудой около 14 *в*. Детекторный же приемник развивает на своем «выходе» напряжение, составляющее лишь доли вольта. Лампа 6П3С будет нормально работать только в том случае, если напряжение звуковой частоты, получаемое от детекторного радиоприемника, будет предварительно усилено одной или двумя лампами.

Детекторный каскад приемника является одновременно предварительным каскадом усиления низкой частоты. При приеме наиболее мощных и местных станций на его анодной нагрузке развивается напряжение, достаточное для «раскачки» оконечной лампы, если не требуется большой мощности на выходе усилителя низкой частоты.

Отметим, что в выходных каскадах простых радиоприемников иногда используют лампы, предназначенные для предварительного усиления. Они могут развить мощность, достаточную для работы электромагнитного или маломощного динамического громкоговорителя.

РЕГУЛЯТОР ГРОМКОСТИ

Все усилители и приемники, кроме самых простых, имеют регуляторы, позволяющие изменять громкость звучания подключаемых к ним громкоговорителей. Сущность регулирования громкости заключается в том, что в цепь сетки одной из его ламп включают переменное сопротивление, выполняющее роль потенциометра, с помощью которого изменяют величину подводимого к сетке переменного напряжения. Это сопротивление называют регулятором громкости.

Одна из схем регулирования громкости приведена на рис. 155,*а*. Здесь напряжение низкой частоты от звукоснимателя, микрофона или из анодной цепи детекторной лампы, которое надо усилить, подается на переменное сопротивление $R_{гр}$. Ползунок сопротивления соединен с управляющей сеткой лампы. Это сопротивление и есть регулятор громкости.

Если ползунок сопротивления передвинуть в крайнее верхнее положение, на управляющую сетку будет подано все напряжение, имеющееся на сопротивлении, что соответствует наибольшей громкости. В среднем положении ползунка на сетку будет подаваться половина этого напряжения — громкость снизится. По мере перемещения ползунка к нижнему, соединенному с катодом лампы концу сопротивления, напряжение, подаваемое на сетку лампы, будет еще больше снижаться, а громкость звучания громкоговорителя еще больше падать. При крайнем нижнем положении ползунка сопротивления передача вообще не слышна. В этой схеме переменное сопротивление $R_{гр}$ — регулятор громкости — является одновременно и сопротивлением утечки сетки лампы.

Другая схема регулирования громкости показана на рис. 155,*б*. Она отличается от первой только наличием в ней конденсатора $C_р$ и самостоятельного сопротивления утечки сетки $R_с$. Если в предыдущей схеме сетка лампы соединена непосредственно с ползунком, здесь она соединена с ползунком через конденсатор. Такую схему используют тогда, когда через сопротивление регулятора громкости течет не только переменный ток звуковой частоты, но и постоянный ток. Сетка лампы здесь защищена от попадания на нее постоянного напряжения конденсатором $C_р$.

УСИЛИТЕЛЬ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ

Когда говорят о достоинствах приемника, то имеют в виду не только громкость звучания его громкоговорителя, но и некоторые другие его качества. Одно из них — **чувствительность** — способность принимать слабые сигналы отдаленных радиостанций. Если приемник не принимает отдаленные станции, говорят, что он обладает малой чувствительностью. Если же он принимает большое количество отдаленных и маломощных станций, говорят, что этот приемник обладает хорошей чувствительностью.

Чувствительность приемника зависит от его схемы, качества антенны и заземления, от

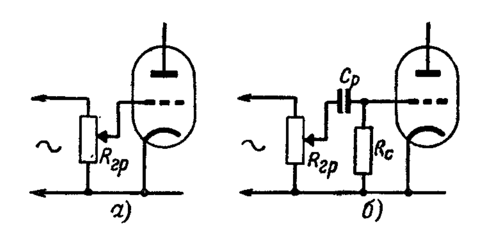


Рис. 155. Схемы включения регулятора громкости.

свойств используемых в приемнике ламп. Приемник с обратной связью, например, значительно чувствительнее приемника без обратной связи.

Второе важное качество приемника — **избирательность**, т. е. способность его выделять из всех колебаний высокой частоты, возникающих в антенне, колебания только той частоты, на которую он настроен. Если при приеме какой-то станции прослушивается другая, чувствительность приемника плохая. Если же приемник четко выделяет станцию, на которую он настроен, о нем говорят как о приемнике с хорошей избирательностью.

Избирательность достигается увеличением числа колебательных контуров, настраиваемых на частоту принимаемой станции. Так, например, если включить колебательный контур в цепь антенны и связать его индуктивно с контуром в цепи сетки детекторной лампы, получится более избирательный приемник. Если же к одноламповому приемнику добавить усилитель высокой частоты с настраивающимся колебательным контуром, приемник станет еще более чувствительным и избирательным.

На рис. 156 приведены две распространенные схемы приемников, имеющих по одному каскаду усиления высокой частоты. В обеих схемах лампа $Л_2$ является детекторной. Получаемые от нее электрические колебания звуковой частоты усиливаются низкочастотными каскадами, которые на схемах не показаны. Левые части схем — каскады усиления высокой частоты.

Рассмотрим сначала схему рис. 156,*а*. Здесь принятые антенной модулированные колебания высокой частоты поступают через конденсатор C_1 в контур L_1C_2, называемый антенным. Лампа $Л_1$ усиливает эти колебания. В ее анодную цепь, связанную с контуром L_2C_4 конденсатором C_3, включен дроссель высокой частоты *Др*. Дроссель оказывает переменному току большое сопротивление, благодаря чему анодный ток разделяется на составляющие: постоянную и переменную высокочастотную. Постоянная составляющая

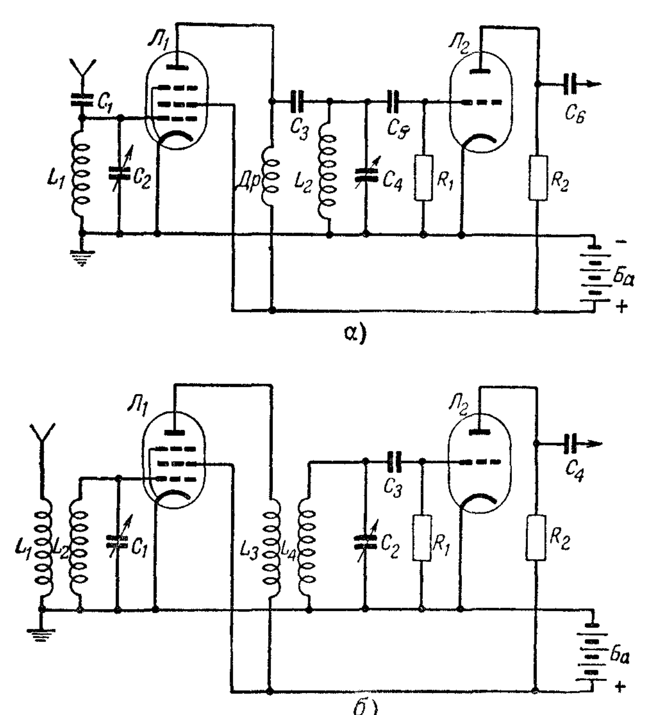


Рис. 156. Принципиальные схемы радиоприемников с каскадами усиления высокой частоты.

идет через дроссель, а высокочастотная через конденсатор C_3 и контур L_2C_4. Таким образом, в контур L_2C_4 попадают усиленные первой лампой модулированные колебания высокой частоты. При настройке обоих контуров на частоту принимаемой станции в контуре L_2C_4 получаются во много раз более сильные высокочастотные колебания, чем во входном контуре. Эти колебания детектируются лампой $Л_2$ и с ее анодной нагрузки R_2 подаются через конденсатор C_6 на усилитель низкой частоты.

Конденсатор C_3 в данной схеме выполняет роль «мостика», пропускающего высокочастотную составляющую и задерживающего постоянный ток. Это — разделительный конденсатор. Если он будет пропускать постоянный ток, анодная батарея окажется замкнутой накоротко через дроссель *Др* и катушку L_2 — приемник работать не будет, а дроссель и катушка могут испортиться. Емкость этого конденсатора 270—510 *пф*.

Теперь изучим схему, приведенную на рис. 156,*б*. Здесь в антенну включена катушка L_1. Вместе с антенной и заземлением она образует ненастраивающийся входной колебательный контур. Индуктивность катушки подбирают такой, чтобы собственная частота антенного контура была ниже самой низкой частоты данного диапазона. Катушка L_1 индуктивно связана с катушкой L_2 первого контура; они образуют трансформатор высокой частоты. Проходящие через антенную катушку L_1 токи высокой частоты возбуждают вокруг нее переменное магнитное поле, которое индуктирует в катушке L_2 колебания различных частот. В контуре же L_2C_1 наибольшую амплитуду имеют колебания лишь той частоты, на которую он настроен. Он как бы «выбирает» колебания нужной частоты. Эти колебания усиливаются лампой $Л_1$. В анодную цепь лампы $Л_1$ включена катушка L_3, образующая с катушкой L_4 второго колебательного контура трансформатор высокой частоты. Протекающий по анодной катушке L_3 ток высокой частоты индуктирует в катушке L_4 колебания точно такой же частоты. Лампа $Л_2$ детектирует эти колебания.

При приеме дальних станций в анодной цепи лампы $Л_2$ обеих схем получаются более сильные колебания низкой частоты, чем в анодной цепи детекторного радиоприемника, не имеющего каскада усиления высокой частоты.

В обеих схемах принятые модулированные колебания усиливаются первым каскадом, а затем детектируются во втором каскаде. В первой схеме связь антенны с колебательным контуром высокочастотного каскада и этого каскада с детекторным — емкостная, а во второй схеме — индуктивная. Первая схема проще. Вторая схема сложнее, но избирательность ее выше.

Каскад усиления высокой частоты увеличивает чувствительность приемника, а применение в нем дополнительного настраиваемого колебательного контура повышает его избирательность. Однако этими качествами приемник будет обладать только в том случае, если оба колебательных контура будут точно настроены на частоту принимаемой радиостанции. Чтобы производить одновременную настройку обоих контуров, в них используют совершенно одинаковые конденсаторы переменной емкости, подвижные пластины которых имеют общую ось, вследствие чего емкости этих конденсаторов изменяются одновременно.

Чувствительность и избирательность приемника можно еще улучшить, если добавить второй каскад усиления высокой частоты. В любительских приемниках обычно ограничиваются одним каскадом, так как налаживание двухкаскадного усилителя связано с большими трудностями.

В каскадах усиления высокой частоты используют пентоды.

СМЕЩЕНИЕ НА СЕТКУ

На управляющие сетки ламп усилителей низкой и высокой частоты, кроме переменных напряжений, которые надо усиливать, подают еще некоторые постоянные отрицательные напряжения относительно их катодов. Эти напряжения называют **напряжениями сеточного смещения**. Напряжение смещения улучшает условия работы лампы, предупреждает появление сеточных токов, что может вызвать искажение звука.

Сущность смещения заключается в том, что рабочую точку лампы смещают вниз по характеристике лампы. Как это понимать?

Взгляни на рис. 113. На нем показана анодно-сеточная характеристика одного из триодов. Если рабочая точка лампы будет находиться на пересечении прямолинейного участка характеристики с вертикальной осью координат (точка *в* на рис. 113), т. е. если на сетку лампы подается только переменное напряжение, то при положительных полупериодах напряжения на сетке в ее цепи появляется ток — ток сетки. При отрицательных же полупериодах этого тока нет. При детектировании сеточный ток — явление нормальное, но для работы лампы-усилителя он вреден. Усилитель должен работать без сеточных токов даже при положительных полупериодах на сетке. Чтобы избежать появления сеточного тока, подают на сетку постоянное отрицательное напряжение, смещающее рабочую точку лампы вниз по прямолинейному участку характеристики. Отрицательное напряжение подбирают так, чтобы рабочая точка оказалась в середине левой части прямолинейного участка характеристики. Для характеристики, показанной на рис. 113, эта точка будет соответствовать постоянному отрицательному напряжению, равному минус 4 *в* (на характеристике отмечено крестиком). В этом случае общее напряжение на сетке под действием переменного напряжения, поступающего в цепь сетки, будет изменяться относительно напряжения минус 4 *в*. Так, например, если к сетке подводить переменное напряжение с амплитудой 2 *в*, отрицательное напряжение на ней будет изменяться от 6 до 2 *в*. Анодный ток при этом изменяется от 3 до 6,3 *ма*, а сеточного тока совсем не будет.

Сделаем оговорку. В так называемых двухтактных каскадах усиления, в которых работают по две лампы, рабочую точку лампы можно смещать в самый низ характеристики. В таких каскадах лампа может работать и при сеточных токах.

Напряжение смещения не одинаково для различных ламп. Оно определяется свойствами каждой конкретной лампы и указывается в паспортах ламп и справочных таблицах (см. приложение 1). Так, например, для лампы 2П1П при напряжении на ее аноде и экранной сетке 90 *в* напряжение смещения должно составлять минус 4,5 *в*. На сетку лампы 6П6С при напряжении на ее аноде и на экранной сетке 250 *в* должно подаваться смещение минус 12,5 *в*, а на сетку лампы 6К7 при том же напряжении на аноде и экранной сетке — минус 3 *в*.

Самый простой способ подачи напряжения смещения на сетку показан на схеме рис. 157. Здесь в цепь управляющей сетки лампы последовательно с сопротивлением утечки сетки R_c включена батарея $Б_c$ так, что ее положительный полюс соединен с катодом лампы, а отрицательный — с управляющей сеткой. При таком включении батареи сетка будет иметь относительно ее катода постоянное отрицательное напряжение, равное напряжению батареи $Б_c$. Батарея $Б_c$ — это батарея смещения, а напряжение, которое она создает на сетке относительно катода, — напряжение смещения.

На практике чаще используют способ смещения, не требующий применения специальной батареи. Это — так называемое автоматическое смещение. Схема усилителя с автоматическим смещением показана на рис. 158. Здесь между минусом источника питания анодной цепи и катодом лампы включено сопротивление $R_к$. Параллельно этому сопротивлению присоединен конденсатор $C_к$. Управляющая сетка лампы соединена через сопротивление утечки сетки R_c с нижним концом сопротивления $R_к$. Разберем работу этой схемы. Через сопротивление $R_к$ течет

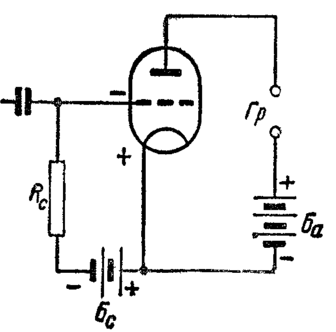


Рис. 157. Смещение на управляющую сетку от батареи.

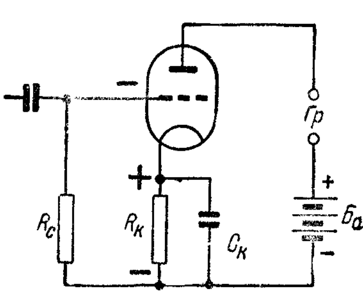


Рис. 158. Схема с автоматическим смещением на управляющей сетке.

анодный ток лампы и на нем получается падение напряжения, действующего в этой цепи. При этом на верхнем конце сопротивления, а значит и на катоде, получается положительный потенциал относительно его конца, соединенного с минусом источника анодного напряжения. Так как сетка соединена не с катодом, а с концом сопротивления $R_к$, противоположным ему, она получает отрицательное напряжение относительно катода.

Сопротивление, с помощью которого создают на сетке лампы постоянный отрицательный потенциал, называют сопротивлением автоматического смещения.

Величину сопротивления $R_к$, необходимого для получения требуемого напряжения смещения U_c, можно рассчитать по формуле

$$R_к = \frac{U_c}{I_к},$$

где $I_к$ — анодный ток триода или сумма анодного тока и тока экранной сетки пентода или лучевого тетрода.

Приведем пример расчета. Предположим, что на управляющую сетку лучевого тетрода 6П6С надо подать напряжение смещения $U_c = -12{,}5$ *в*. Анодный ток этой лампы составляет 45 *ма* (0,045 *а*), а ток экранной сетки 7,5 *ма* (0,0075 *а*). В этом случае величина сопротивления смещения

$$R_к = \frac{12{,}5}{0{,}045 + 0{,}0075} \approx 240 \text{ ом}.$$

Чтобы измерить напряжение смещения, вольтметр присоединяют параллельно сопротивлению смещения таким образом, чтобы его зажим, отмеченный знаком «+», был бы подключен к катоду лампы. Если при этом вольтметр показывает 12,5 *в*, значит на сетке лампы будет напряжение минус 12,5 *в*.

Теперь расскажем о роли конденсатора $C_к$, включенного параллельно сопротивлению смещения. Тебе известно, что в анодной цепи лампы усилителя течет ток одного направления, но изменяющийся по величине с частотой усиливаемого напряжения. Значит, и на сопротивлении смещения будет создаваться изменяющееся с той же частотой напряжение. А это уменьшит усиление лампы. Чтобы избежать этого, сопротивление смещения и шунтируют конденсатором. В этом случае составляющие анодного тока на участке катод — минус источник анодного напряжения разветвляются. Постоянная составляющая идет по сопротивлению $R_к$, а переменная составляющая — через конденсатор $C_к$. При этом на сопротивлении смещения $R_к$ будет существовать постоянное напряжение. Емкость конденсатора, шунтирующего сопротивление смещения, должна быть настолько большой, чтобы он не представлял сколь-либо существенного сопротивления токам самых низких частот, усиливаемых лампой. Для каскадов усиления низкой частоты емкость этого конденсатора должна быть не менее 10 *мкф*. Здесь обычно применяют электролитические конденсаторы.

В каскадах усиления высокой частоты емкость шунтирующих конденсаторов должна быть не менее 5 000 *пф*.

ПРИЕМНИКИ ПРЯМОГО УСИЛЕНИЯ И СУПЕРГЕТЕРОДИНЫ

В схемах приемников, о которых мы рассказали в этой беседе, происходит только одно преобразование частоты — детектирование. До детектора может быть усилитель модулированных высокочастотных колебаний. Детекторный каскад преобразует их в колебания низкой частоты. Дальше, за детектором, происходит усиление колебаний низкой частоты.

Приемники, в которых происходит только одно преобразование частоты, называют приемниками прямого усиления.

Схемы таких радиоприемников иногда характеризуют формулой. Детекторный каскад обозначают в формуле латинской буквой V. Число каскадов усиления высокой частоты указывают цифрой, стоящей перед этой буквой. После буквы V указывают число каскадов усиления низкой частоты. Так, например, приемник по схеме 0-V-0 имеет только детекторный каскад. Каскадов усиления высокой и низкой частоты в нем нет. Это — однопамповый приемник. Если пишут 0-V-1, значит в приемнике нет каскадов усиления высокой частоты, а имеется лишь детекторный каскад и один каскад усиления низкой частоты. Формула 1-V-1 говорит о том, что в приемнике, кроме детекторного каскада, есть один каскад усиления высокой и один каскад усиления низкой частоты.

Лет двадцать назад приемник прямого усиления был основным типом приемников, выпускаемых тогда нашей промышленностью.

Сейчас наша промышленность выпускает в основном так называемые супергетеродинные радиоприемники, или супергетеродины. В них осуществляется двукратное преобразование частоты. О супергетеродинах мы расскажем в одной из следующих бесед.

Беседа двадцатая

ДЕТАЛИ ПРИЕМНИКОВ И УСИЛИТЕЛЕЙ

В детекторном приемнике совсем немного деталей. В одноламповом приемнике их число достигло двух десятков; появились новые детали, которых не было в детекторном приемнике: лампа, ламповая панель, катушка обратной связи, переменное и постоянное сопротивления, конденсаторы больших емкостей. В дальнейшем при постройке более сложных приемников тебе потребуются дроссели, трансформаторы, многоконтактные переключатели. Чем сложнее будет конструкция, тем больше в ней будет деталей, тем они будут разнообразнее.

В этой беседе мы расскажем об устройстве деталей, с которыми тебе придется иметь дело в дальнейшем.

КАТУШКИ ИНДУКТИВНОСТИ

В колебательных контурах детекторных и одолампового приемников использовались катушки индуктивности, намотанные на сравнительно больших картонных каркасах. Провод на них укладывался в один слой.

Катушки ламповых приемников чаще всего наматывают на каркасах сравнительно небольших размеров, при этом в длинноволновых и средневолновых катушках провод укладывают в несколько слоев. Это многослойные катушки. Они удобны тем, что занимают меньше места.

В зависимости от размеров каркасов и диапазонов радиоволн, в которых катушки должны работать, они содержат от нескольких витков до нескольких сотен витков. Чем длиннее принимаемые волны и чем меньше диаметр катушки, тем больше витков она должна содержать.

Для намотки катушек используют медные изолированные провода. В качестве изоляции применяют хлопчатобумажные и шелковые нитки, эмаль. В зависимости от материала изоляции марки проводов обозначают сокращенно буквами:

ПЭЛ[1] — провод в эмалевой изоляции, лакостойкий;

ПЭВ — то же, но высокотемпературный (может использоваться при температуре до +125° С);

ПБО — провод в хлопчатобумажной одинарной оплетке;

ПШО — провод в шелковой одинарной оплетке;

ПШД — то же в двойной оплетке;

ПЭЛШО — провод в эмалевой лакостойкой изоляции и в шелковой одинарной оплетке.

После букв, характеризующих вид изоляции провода, указывают его диаметр (толщину) в миллиметрах без учета толщины слоя изоляции, например ПЭЛ 0,15, ПШО 0,5, ПЭШО 1,2 и т. д.

Для контурных катушек подходит как провод в двойной бумажной или шелковой изоляции, так и провод в эмалевой изоляции. Последний надо наматывать особенно осторожно, чтобы не попортить его изоляцию. В некоторых случаях для катушек может быть использован и голый (без изоляции) провод.

Катушки, предназначенные для приема радиовещательных станций средневолнового и длинноволнового диапазонов, наматывают проводом диаметром 0,18 до 0,5 *мм*, коротковолновые — проводом диаметром 0,8—1 *мм*.

Запомни: чем короче волны, на которые рассчитывается катушка, тем более толстым проводом она должна быть намотана.

Если имеется провод, диаметр которого неизвестен, его можно приближенно определить так: намотай провод виток к витку на карандаш (рис. 34), а затем раздели длину намотки на число витков. Точность определения диаметра будет тем выше, чем больше намотано витков.

Если нет провода точно такого диаметра, какой рекомендуется в описании приемника, но есть другой, близкий по диаметру к рекомендуемому, можно и его использовать. Так, например, вместо провода диаметром 0,18 *мм* можно использовать провод диаметром 0,15 *мм* или 0,2 *мм*.

Контурные катушки заводского изготовления иногда наматывают проводом, носящим название литцендрат (ЛЭШО или ЛЭШД). Он состоит из отдельных тонких (диаметром 0,08—0,1 *мм*) проволочек с эмалевой изоляцией, которые все вместе имеют одинарную или двойную шелковую оплетку.

Катушка типа «Универсаль». Контурные катушки приемников заводского изготовления чаще всего бывают многослойными, намотанными способом, носящим наименование «Универсаль» (рис. 159).

[1] Раньше его называли ПЭ — провод в эмалевой изоляции.

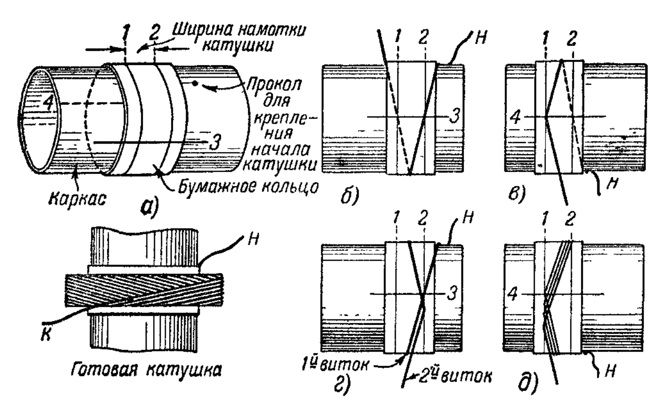


Рис. 159. Намотка катушки типа «Универсаль».

Такую катушку можно намотать и самому. На каркас, предназначенный для катушки, или на болванку наложи в два-три слоя полоску бумаги так, чтобы образовалось бумажное кольцо (рис. 159,*а*). Ширина кольца должна быть немного больше требуемой ширины катушки. Чтобы кольцо не разматывалось, конец полоски можно закрепить каплей клея.

Теперь нужно провести по окружности кольца две параллельные линии *1* и *2*, которые будут являться границами катушки, и две поперечные диаметрально противоположные линии *3* и *4*, необходимые для правильной укладки и счета первых витков катушки. Укрепив начало катушки в проколе каркаса, провод переводим на кольцо с таким расчетом, чтобы он попал в точку пересечения линий *2* и *3* (рис. 159,*б*). Затем провод укладываем плотно на кольцо и наискось ведем к точке пересечения линий *1* и *4* (рис. 159,*в*), а затем к началу витка. Получился один виток. Здесь провод изгибаем так, чтобы он находил на начало первого витка и прижимал бы его к кольцу (рис. 159,*г*). Второй виток кладем параллельно первому витку, вновь изгибаем провод, но уже с противоположной стороны каркаса и ведем к началу катушки. Дальнейшая намотка производится в таком же порядке: вращая каркас, укладываем каждый последующий виток параллельно предыдущему косыми переходами. В местах переходов провод изгибается, прижимая изгибы предыдущих витков к кольцу. При этом надо следить, чтобы изгибы витков не выходили за пределы ограничительных линий *1* и *2*.

Самое трудное при намотке катушки «Универсаль» — правильно уложить первый десяток витков. Намотка остальных витков несложна. Чтобы первые витки крепко держались на кольце, его поверхность можно смазать клеем или лаком. Готовую катушку следует пропитать лаком или расплавленным парафином.

Бумажное кольцо подкладывают для того, чтобы катушку можно было перемещать по каркасу, а в случае необходимости — перенести на другой каркас.

С первого раза катушка не всегда получается красивой, а иногда даже рассыпается. Однако если попрактиковаться, то катушки будут получаться не хуже заводских.

Внутренняя емкость катушки. У тебя может возникнуть вопрос: зачем выдумали катушки сложного устройства? Не проще ли наматывать их как нитки на шпульки? Дело в том, что между двумя соседними витками катушки образуются как бы конденсаторы, обкладками которых являются витки провода, а диэлектриками — изоляция провода и воздух. Суммарную емкость этих конденсаторов называют с о б с т в е н н о й емкостью катушки. Эта емкость, складываясь с другими емкостями, входящими в контур, уменьшает диапазон перекрываемых приемником волн, ухудшает качество колебательного контура. Особенно велика внутренняя емкость многослойных катушек, у которых провод намотан как нитки на катушке.

Емкость между двумя витками тем меньше, чем дальше находятся друг от друга проводники. Чтобы уменьшить внутреннюю емкость катушки, увеличивают расстояние между соседними витками, располагая их под углом друг к другу. Этим и объясняется применение при намотке катушек сложных способов укладки витков.

Намотка катушек «внавал». Радиолюбители часто применяют в своих приемниках катушки, намотанные на картонные шпульки «внавал», не укладывая провод ровными рядами. При такой намотке внутренняя емкость катушки относительно невелика.

В качестве примера опишем, как изготовить катушку подобной конструкции для приемника с фиксированной настройкой на местную радиостанцию. Каркасом катушки служит охотничья картонная гильза диаметром 18—20 *мм* (14—12-го калибра) или трубка такого же диаметра, склеенная из плотной бумаги или картона (рис. 160). Бортики обмотки нижней катушки — картонные кружки, надетые на каркас и приклеенные к нему. Наружный диаметр кружков 32—35 *мм*, внутренний — по диаметру каркаса. Расстояние между кружками 4—5 *мм*.

Верхняя катушка L_1 намотана на шпульке, которая с небольшим трением может перемещаться по каркасу, но не спадать самопро-

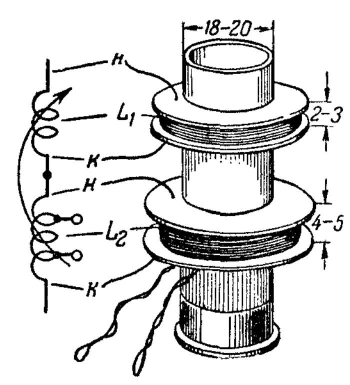


Рис. 160. Катушки для радиоприемника с фиксированной настройкой.

извольно. Шпульку для этой катушки сделай так. Оберни каркас полоской плотной бумаги шириной 6—8 *мм*. Поверх полоски насади на каркас картонные кружки, расположив их на расстоянии 2—3 *мм* друг от друга. Не сдвигая кружков, приклей их к бумажному кольцу. Когда клей высохнет, обрежь осторожно выступающие наружу края бумажного кольца, получится шпулька. Для таких катушек подойдет провод диаметром 0,2—0,3 *мм* с любой изоляцией. На подвижную шпульку намотай внавал 40—50 витков (L_1), а между нижними кружками таким же способом 250—260 витков (L_2) с отводами от 50-го и 150-го витков. Выводы и отводы выпускай наружу через проколы в картонных бортиках.

Если конец катушки L_1 соединить с началом катушки L_2, то получится как бы одна катушка с двумя выводами. Индуктивность такой катушки будет зависеть от взаимного расположения катушек. Когда витки обеих катушек направлены в одну сторону и катушка L_1 вплотную придвинута к катушке L_2, общая индуктивность будет наибольшая. В этом случае контур будет настроен на наибольшую длину волны. По мере отдаления катушки L_1 от L_2 общая индуктивность станет уменьшаться, а приемник перестраиваться на более короткую волну. Катушку L_1 можно снять с каркаса, перевернуть и надеть на каркас другой стороной. Теперь витки катушек направлены в разные стороны, и если их сближать, то общая индуктивность будет уменьшаться, а приемник настраиваться на станции, работающие на волнах меньшей длины.

Таким образом, эта конструкция представляет собой вариометр. В том вариометре, который ты делал для детекторного приемника, настройка изменялась поворотом малой катушки внутри большой, в этом же вариометре она изменяется путем сближения, раздвижения и расположения витков одной катушки относительно другой. Так можно осуществить плавную настройку.

Когда приемник будет настроен на радиостанцию, шпильку катушки L_1 можно приклеить к каркасу. Получится контур с фиксированной настройкой.

Катушки для приемника с обратной связью. Для контура цепи сетки детекторного каскада приемника прямого усиления чаще всего наматывают две катушки, которые соединяют последовательно. При приеме станций средневолнового диапазона в контур включают одну катушку, а при приеме станций длинноволнового диапазона — обе катушки. Если в приемнике нужно применить обратную связь, то между ними наматывают еще катушку обратной связи — 60—70 витков провода ПЭЛ 0,15—0,2. Точно такие же катушки может иметь и контур в цепи сетки каскада усиления высокой частоты, только между ними не нужно размещать катушку обратной связи.

Простейший вариометр, об устройстве которого мы рассказали, тоже можно использовать для двухдиапазонного приемника. В этом случае катушка L_1 должна содержать 110—120 витков того же провода. Она будет средневолновой катушкой. Катушка L_2 остается без изменений, но отводы от ее витков можно не делать, так как они не потребуются. Вывод от точки соединения конца L_1 с началом L_2 пойдет к переключателю диапазонов.

Средневолновую катушку и относящуюся к ней секцию катушки обратной связи можно наматывать и в один слой. Тогда конструкция катушек будет иметь вид, показанный на рис. 161. Здесь L_1 и L_2 — контурные катушки, а L_3 и L_4 — катушки обратной связи. Основанием катушек, как и в предыдущей конструкции, служит охотничья картонная гильза. Для катушек L_1 и L_3 используй провод ПЭЛ 0,2—0,3. Такой же провод подойдет и для катушек

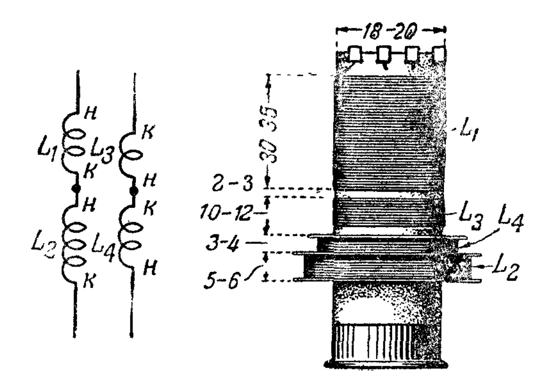


Рис. 161. Катушки для радиоприемника с обратной связью.

L_2 и L_4, но лучше применить ПШД или ПЭШО 0,18—0,25. Числа витков катушек: L_1 — 120—125, L_2 — 230—240, L_3 — 40—50, L_4—80—85. Вывод катушек припаяй к жестяным лепесткам, укрепленным в нижней части каркаса или вдоль его верхнего края.

Катушки колебательного контура L_1 и L_2 обязательно должны быть намотаны в одну сторону и соединены между собой последовательно так, чтобы катушка L_2 являлась продолжением катушки L_1. В противном случае приемник не будет перекрывать длинноволнового диапазона. Катушки обратной связи L_3 и L_4 должны быть намотаны в ту же сторону, но соединены между собой в обратном порядке, чем контурные (см. схему на рис. 161). Ошибочное включение катушек обратной связи приведет к ослаблению приема. Исправить эту ошибку можно при испытании приемника, поменяв порядок подключения их концов.

Эти катушки предназначены для работы в колебательном контуре цепи сетки детекторного каскада приемника с обратной связью. Для первого контура приемника с усилителем высокой частоты используются такие же катушки, как L_1 и L_2, но на их каркасе не должно быть катушек обратной связи.

Намотка катушки с принудительным шагом. Катушки коротковолновых диапазонов имеют всего по 6—10 витков. В них нежелательна даже небольшая междувитковая емкость. Уменьшить ее можно путем увеличения расстояния между витками, что достигается намоткой катушки с принудительным шагом.

Этот способ намотки отличается от обычной однослойной тем, что между витками имеются промежутки. Для этого на каркас одновременно наматывают основной и вспомогательный провода (рис. 162). Диаметр вспомогательного провода должен быть равен желательному просвету между витками. Когда катушка намотана и концы основного провода закреплены, вспомогательный провод осторожно снимают. В результате по всей длине катушки получаются равные промежутки между витками. Чтобы витки не двигались на каркасе, катушку нужно промазать лаком сразу же после снятия вспомогательного провода.

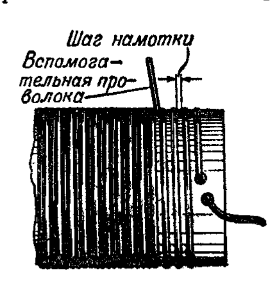


Рис. 162. Намотка катушки с принудительным шагом.

Таким же способом можно наматывать однослойные средневолновые катушки из провода с попорченной изоляцией и даже из неизолированной проволоки. В этом случае вместо вспомогательного провода можно использовать обыкновенную толстую нитку № 10, которая остается на каркасе и препятствует соприкосновению витков между собой.

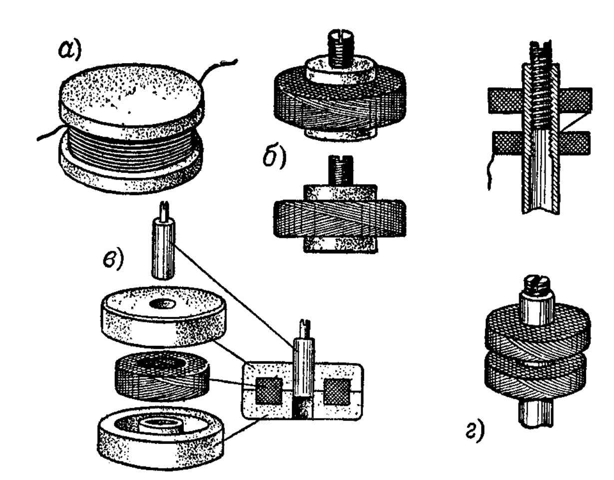


Рис. 163. Катушки с высокочастотными магнитными сердечниками.

Катушки с высокочастотными магнитными сердечниками. Катушки большинства современных радиоприемников имеют сердечники, изготовленные из мельчайших крупинок железной руды, железа, его сплавов или окислов, смешанных и спрессованных с изолирующим лаком или другими веществами. Их называют высокочастотными магнитными сердечниками.

В зависимости от используемых материалов сердечники называют а л ь с и ф е р о в ы м и, м а г н е т и т о в ы м и, к а р б о н и л ь н ы м и, ф е р р и т о в ы м и.

Высокочастотный сердечник в зависимости от его формы и размеров позволяет в несколько раз уменьшить число витков катушки. Катушки с сердечниками имеют значительно меньшие размеры. Сердечник, кроме того, дает возможность изменять настройку контура, обходясь без конденсатора переменной емкости.

Конструкции сердечников весьма разнообразны. Есть сердечники в виде шпулек, горшочков, стерженьков с винтовой нарезкой (рис. 163).

Шпулевидный сердечник (рис. 163,*а*) служит одновременно каркасом катушки. Индуктивность такой катушки постоянна. Но если в шпульку ввертывается еще стержневой сердечник (рис. 163, *б*), им можно в некоторых пределах изменять индуктивность катушки.

Горшковидные сердечники (рис. 163, *в*) имеют внутри полости, в которые помещают-

ся катушки. Они обычно снабжаются подстрочными стержнями.

Самые распространенные сердечники — стержневые. Они ввертываются внутрь каркасов, на которых намотаны катушки. Одна из таких катушек изображена на рис. 163,*г*. Увеличение ее индуктивности достигается ввертыванием сердечника в глубь каркаса, а уменьшение — вывертыванием его. Катушка секционирована, что уменьшает ее внутреннюю емкость.

Одна из возможных конструкций самодельной секционированной катушки со стержневым магнитным высокочастотным сердечником показана на рис. 164. Катушки такого типа будут использованы в приемниках, которые мы опишем ниже. Каркас для такой катушки склей из полоски плотной бумаги шириной 40 *мм* на круглой болванке, стеклянной трубке или пробирке диаметром 9,5—10 *мм*. На расстоянии 6—7 *мм* от верхнего края готового и хорошо просушенного каркаса острым ножом прорежь с двух противоположных сторон прямоугольные отверстия. В местах вырезов обмотай каркас в один слой толстой ниткой; ее витки будут выполнять роль нарезки для ввертывания сердечника. Эта конструкция рассчитана под сердечник диаметром 9 *мм*.

Щечки для катушки вырежь из гетинакса, текстолита или плотного картона толщиной 0,3—0,5 *мм*. Насади их на каркас и приклей к нему.

Катушку наматывай проводом ПЭЛ 0,2—0,3. Средневолновая катушка должна содержать всего 135 витков (три секции по 45 витков), а длинноволновая — 450 витков (три секции по 150 витков). Сначала между двумя верхними щечками намотай первую секцию, переведи провод на участок между средними щечками и намотай вторую секцию, а потом между нижними щечками намотай третью секцию. Выводы катушек закрепи через проколы в щечках.

Дроссель высокой частоты можно изготовить так. Цилиндрический каркас для него (рис. 165) выточи на токарном станке или вырежь ножом из сухого брусочка. Он должен иметь четыре-пять кольцевых пазов глубиной 6—8 *мм* и один продольный паз. Каркас желательно пропитать расплавленным парафином, спиртовым или масляным лаком. Каркасом дросселя может служить и картонная трубка диаметром 12—15 *мм* с приклеенными к ней картонными кружочками. Расстояние между такими перегородками 4—5 *мм*. На каркас надо намотать около тысячи витков

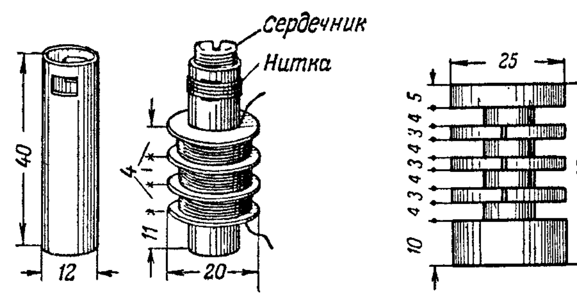


Рис. 164. Самодельная катушка с высокочастотным магнитным сердечником.

Рис. 165. Дроссель высокой частоты.

провода ПЭЛ 0,08—0,12. В каждой секции должно быть примерно по 250 витков. Выводы сделай кусочками изолированного, лучше многожильного, провода диаметром 0,2—0,3 *мм*.

Еще одну конструкцию самодельного дросселя высокой частоты мы опишем в следующей беседе (см. рис. 199 на стр. 148).

Дроссели высокой частоты иногда помещают в металлические экраны, которые соединяют с заземленным проводником приемника.

ТРАНСФОРМАТОРЫ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ

Так называют все трансформаторы, предназначенные для работы в цепях, по которым текут токи низкой частоты. Выходные низкочастотные трансформаторы служат для передачи энергии звуковой частоты из анодных цепей ламп выходных каскадов к громкоговорителям, силовые — для работы в выпрямителях. Принцип работы всех этих трансформаторов одинаков, отличаются они друг от друга только числами витков обмоток и некоторыми конструктивными особенностями.

Обмотки трансформаторов располагают на картонных или пластмассовых каркасах и изолируют друг от друга прокладками из бумаги. Витки обмоток укладывают ровными плотными рядами. Выводы пропускают через отверстия в боковых стенках — щечках каркаса.

Для уменьшения потерь энергии трансформируемого тока сердечники трансформаторов собирают из стальных пластин толщиной 0,35—0,5 *мм*, изолированных друг от друга тонкой бумагой, лаком или слоем окалины, получаемой отжигом.

Собранный из пластин сердечник называют пакетом.

По конструкции различают стержневые и броневые сердечники. Стержне-

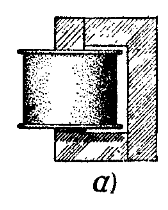
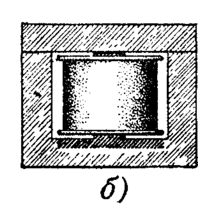



Рис. 166. Трансформаторы низкой частоты.
а — со стержневым сердечником; *б* — с броневым сердечником.

вой сердечник охватывает каркас с обмотками только с одной стороны (рис. 166,*а*), а броневой — с двух сторон (рис. 166,*б*). Наиболее распространены трансформаторы с броневыми сердечниками. Последние собирают из пластин, имеющих форму буквы «Ш». Поэтому их и называют Ш-образными пластинами.

На рис. 167,*а* показана цельноштампованная Ш-образная пластина, а на рис. 167,*б* — такая же пластина, но с отдельной замыкающей накладкой. В зависимости от ширины среднего язычка Ш-образные пластины носят названия: Ш-10, Ш-12, Ш-16 и т. д. Цифры, стоящие за буквой Ш, указывают ширину среднего язычка в миллиметрах. Самые большие пластины, используемые для трансформаторов в приемниках и усилителях, — Ш-40.

В том случае, когда нужен сердечник без немагнитного зазора, пластины собирают «вперекрышку», как показано на рис. 168,*а*. Когда же в сердечнике надо иметь немагнитный зазор, Ш-образные и замыкающие пластины собирают в отдельные пачки и затем складывают их вместе. Требуемую величину зазора обеспечивают картонной или бумажной полоской (рис. 168,*б*).

Пакет собранных пластин стягивают болтиками или шпильками с гайками или специальными обжимными скобками. Чтобы не было соединения между пластинами через стягивающие шпильки, они обертываются тонкой бумагой или покрываются изоляционным лаком.

В любительских условиях обмотки трансформатора можно наматывать с помощью ручной дрели (рис. 169). По размеру окна каркаса вырезают деревянный брусок. Дрель зажимают в тиски. В патрон дрели зажимают трехгранно заточенный гвоздь, предварительно забитый в центр бруска. Правой рукой вращают ручку дрели, а левой — укладывают провод на каркас.

Намотку можно делать и вручную, используя брусок с ручкой, которую можно держать в руке.

Одной из основных величин, характеризующих трансформатор, является площадь поперечного сечения пакета пластин, заполняющих окно каркаса. Эта площадь определяется умножением ширины среднего язычка пластин на толщину пакета и выражается в квадратных сантиметрах. Она примерно равна площади окна каркаса. Не менее важен размер «окон» в сердечнике. От площади сечения сердечника и площади его окон зависит предельная электрическая мощность, которая может быть преобразована данным трансформатором. Чем больше эти площади, тем бо́льшую мощность переменного тока можно получить от вторичных обмоток трансформатора. Числа витков и диаметры проводов обмоток зависят от того, где данный трансформатор используется, от величин токов, протекающих по обмоткам.

Все сказанное здесь о сердечнике и обмотках относится ко всем видам трансформаторов. Расскажем коротко о конструкции выходного трансформатора. Силового трансформатора сейчас касаться не будем, так как он имеет прямое отношение к выпрямителю, которому мы посвятим специальную беседу.

Выходной трансформатор имеет обычно две обмотки. Его сердечник собирают с зазором 0,2—0,5 *мм* (зазор не делают только в трансформаторах, работающих в двухтактных усилителях). От правильного выбора чисел витков обмоток выходного трансформатора зависят качество звучания громкоговори-

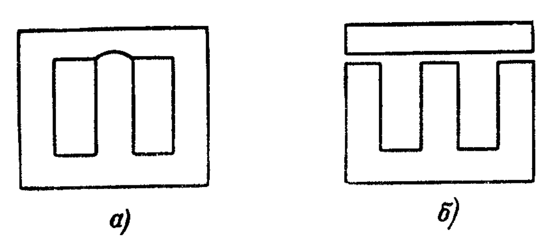


Рис. 167. Ш-образные пластины для сердечников трансформаторов.

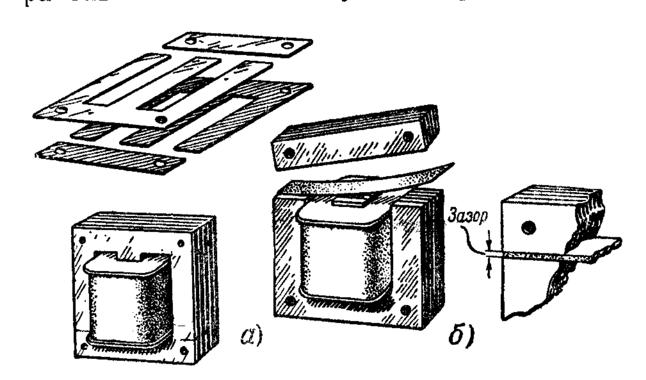


Рис. 168. Сборка сердечника трансформатора.
а — «вперекрышку» (без зазора); *б* — «в стык» (с зазором).

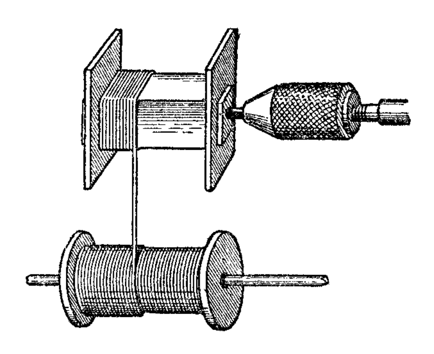


Рис. 169. Намотка катушки трансформатора при помощи дрели.

теля и наивыгоднейшее использование мощности, отдаваемой оконечным каскадом усилителя.

Сердечники большинства выходных трансформаторов имеют площадь поперечного сечения керна 2,5—6 *см*². Их первичные обмотки содержат по нескольку тысяч витков провода ПЭЛ 0,1—0,15, а вторичные по 50—100 витков провода ПЭЛ 0,5—0,8 *мм*. Данные выходных трансформаторов, применяемых в некоторых из наиболее распространенных радиоприемников, приведены в приложении. Этими сведениями ты можешь воспользоваться при намотке трансформатора для громкоговорителя с известным сопротивлением звуковой катушки, а также при перемотке испорченных выходных трансформаторов.

В том случае, если мощность и сопротивление звуковой катушки громкоговорителя неизвестны, рекомендуем изготовить выходной трансформатор по следующим данным: сечение керна сердечника 4—5 *см*²; первичная обмотка — 2 500 витков провода ПЭЛ 0,12—0,15; вторичная обмотка — 100 витков провода той же марки, но диаметром 0,5—0,8 *мм*; воздушный зазор 0,2 *мм*. Во вторичной обмотке сделай несколько отводов примерно через 10 витков, начиная с 50-го витка. Отводы позволят опытным путем подобрать наивыгоднейшие условия работы громкоговорителя и выходной лампы. На каркас намотай сначала первичную обмотку, затем вторичную. Провод укладывай плотными рядами, виток к витку. Между рядами делай прокладки из двух-трех слоев пропарафинированной, папиросной или «компрессной» бумаги, а между обмотками — один слой более толстой бумаги или четыре-пять слоев тонкой бумаги. Следи, чтобы витки вторичной обмотки возле щечек каркаса не проваливались к виткам первичной обмотки.

КОНДЕНСАТОРЫ ПОСТОЯННОЙ ЕМКОСТИ

Типов конденсаторов постоянной емкости существует много. Все они имеют токопроводящие обкладки, между которыми находится слюда, бумага, керамика (фарфор) или какой-либо другой твердый диэлектрик. Чем больше площадь обкладок и тем тоньше диэлектрик, тем больше емкость конденсатора данного типа. Емкость этих конденсаторов изменять нельзя, поэтому их и называют конденсаторами постоянной емкости.

Емкость конденсатора обычно указывается на его корпусе.

По виду используемого диэлектрика конденсаторы постоянной емкости подразделяют на керамические, слюдяные, бумажные.

Керамические конденсаторы (рис 170). Диэлектриком их служит специальная керамика, обкладками — тонкие слои серебра, нанесенные на поверхности керамики, а выводами — кусочки медной посеребренной проволоки, припаянные к обкладкам. Сверху конденсаторы покрыты эмалью. Наиболее распространены керамические дисковые конденсаторы типа КДК и трубчатые — КТК. У конденсатора типа КТК одна обкладка нанесена на внутреннюю, а вторая на внешнюю поверхности тонкостенной керамической трубочки.

Иногда трубчатые конденсаторы помещают в герметические фарфоровые трубочки с металлическими колпачками на концах. Это — конденсаторы типа КГК.

Керамические конденсаторы КДК, КТК и КГК обладают сравнительно небольшими емкостями — от нескольких пикофарад до 1 000 *пф*. Их ставят в те цепи, в которых течет ток высокой частоты: цепь антенны, колебательный контур, цепь сетки лампы детекторного каскада, для связи между высокочастотными каскадами.

Слюдяные конденсаторы (рис. 171). Чтобы получить конденсатор небольших размеров, но обладающий сравнительно большой емкостью, его делают не из двух, а из нескольких обкладок, сложенных в стопку и отделен-

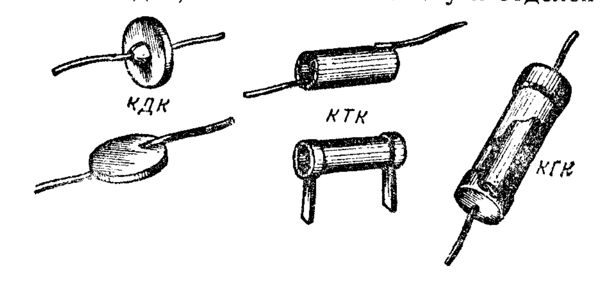
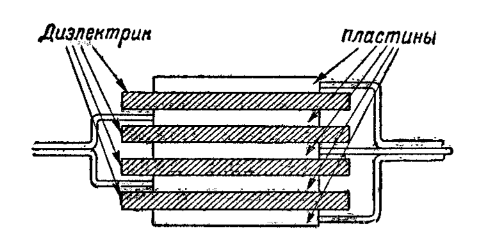


Рис. 170. Керамические конденсаторы постоянной емкости.



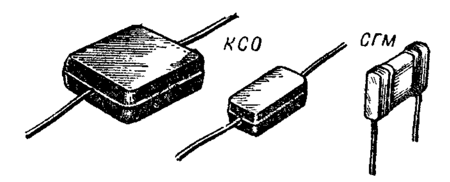


Рис. 171. Слюдяные конденсаторы.

ных друг от друга диэлектриком. В этом случае каждая пара расположенных рядом обкладок образует конденсатор. Если эти пары соединить между собой параллельно, получится как бы один конденсатор, имеющий большие площади обкладок. Так устроены все слюдяные конденсаторы. Их диэлектриком являются тонкие листки слюды, обкладками — листочки из алюминиевой фольги или слои серебра, нанесенные непосредственно на слюду, а выводами — кусочки посеребренной проволоки. Такие конденсаторы выпускаются опрессованными в пластмассу. Это — конденсаторы КСО. В их наименовании имеется еще цифра, характеризующая форму и размеры оболочки конденсаторов, например: КСО-1, КСО-5. Чем больше число, тем больше и размер конденсатора.

Слюдяные конденсаторы выпускаются и в керамических водонепроницаемых корпусах. В этом случае они называются СГМ.

Емкость слюдяных конденсаторов бывает от 47 до 50 000 *пф*. Они, как и керамические, могут ставиться в высокочастотные цепи, а также использоваться в качестве блокировочных и для связи между каскадами.

Бумажные конденсаторы (рис. 172). Диэлектриком этих конденсаторов служит пропитанная вазелином тонкая бумага. Обкладками служат полоски из фольги. Полоски бумаги вместе с обкладками свертываются в рулон и помещаются в картонный или металлический корпус. Чем шире и длиннее обкладки, тем больше емкость конденсатора.

Бумажные конденсаторы БМ выпускают с емкостями от 510 *пф* до 0,05 *мкф*. Они заключены в металлические трубочки, залитые с торцов специальной смолой. Конденсаторы типа КБ имеют картонные цилиндрические корпуса, а конденсаторы типа КБГ-И — фарфоровые корпуса с металлическими торцевыми колпачками. Колпачки соединены с обкладками и имеют узкие выводные лепестки. Емкость конденсаторов КБ от 4 700 *пф* до 0,5 *мкф*, конденсаторов КБГ-И от 4 700 *пф* до 0,25 *мкф*. Конденсаторы емкостью от долей микрофарады до нескольких микрофарад выпускают в металлических корпусах. К ним относятся конденсаторы типа КБГ-МП, КБГ-МН, КБГТ. Иногда в одном корпусе находятся два-три конденсатора.

Бумажные конденсаторы применяют для связи между низкочастотными каскадами, для блокировки сопротивлений смещения и анодных батарей, в цепях экранных сеток, в ячейках развязывающих фильтров. Конденсаторы больших емкостей можно ставить в сглаживающие фильтры выпрямителей.

Электролитические конденсаторы (рис. 173). По внутреннему устройству электролитический конденсатор несколько напоминает бумажный. В нем также имеются две ленты из алюминиевой фольги. Поверхность одной из них покрыта тончайшим слоем окиси. Между алюминиевыми лентами проложена лента из пористой бумаги, пропитанной специальной густой жидкостью — электролитом. Эта трехслойная полоса скатывается в рулон и помещается в алюминиевый цилиндрический стакан.

Диэлектриком электролитического конденсатора служит слой окиси. Одной его обкладкой является та лента, которая имеет слой окиси. Она соединяется с изолированным от корпуса лепестком. Вторая обкладка — про-

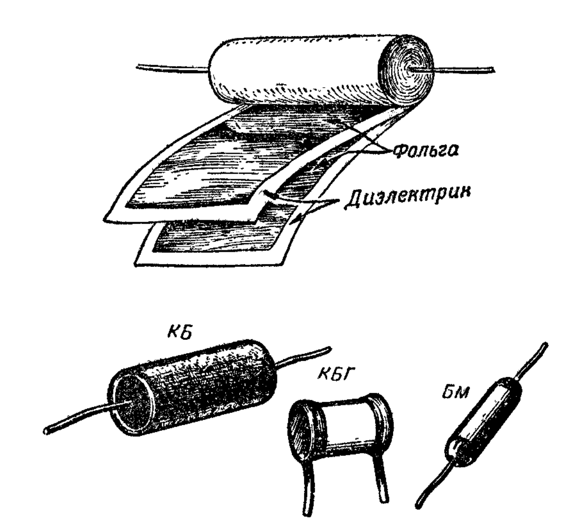


Рис. 172. Бумажные конденсаторы.

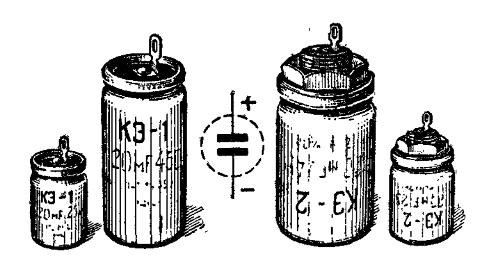


Рис. 173. Электролитические конденсаторы.

питанная электролитом бумага. Она через ленту, на которой нет слоя окиси, соединяется с металлическим корпусом. Таким образом, корпус является одним выводом, а изолированный лепесток — вторым выводом электролитического конденсатора. Различают конденсаторы типа КЭ-1 и КЭ-2. Отличительная особенность последнего — пластмассовая втулка с резьбой и гайкой для крепления конденсатора в отверстии шасси. Существуют электролитические конденсаторы емкостью в несколько десятков и даже сотен микрофарад, предназначенные для работы в фильтрах выпрямителей, для шунтирования сопротивлений смещения, в цепях экранных сеток ламп усилителей низкой частоты и в других цепях, где есть постоянная составляющая напряжения. При этом корпус, являющийся выводом отрицательной обкладки конденсатора, соединяется с отрицательным полюсом цепи, а изолированный от корпуса лепесток — вывод положительной обкладки — с положительным полюсом. При неправильном включении электролитический конденсатор приходит в негодность.

Электролитический конденсатор в отличие от других конденсаторов обводят на принципиальных схемах пунктирной линией и ставят знаки «+» и «—», обозначающие полярность обкладок конденсатора.

Рабочее напряжение конденсаторов постоянной емкости. На корпусе конденсатора, кроме емкости, указывается обычно еще его рабочее напряжение, т. е. то напряжение, при котором конденсатор может длительное время работать. Это напряжение зависит от свойств и толщины используемого в конденсаторе диэлектрика.

Керамические, слюдяные и бумажные конденсаторы различных типов рассчитаны на рабочие напряжения от 150 до 1 000 *в* и более. Электролитические конденсаторы выпускаются на рабочие напряжения от 10 до 50 *в* и от 150 до 450 *в*. В связи с этим они подразделяются на две группы: низковольтные и высоковольтные. Конденсаторы первой группы используются главным образом в цепях смещения, а второй группы — в сглаживающих фильтрах выпрямителей.

Подбирая конденсаторы для своих конструкций, всегда обращай внимание на их рабочие напряжения. В цепи с меньшим напряжением, чем рабочее, конденсаторы включать можно, но в цепи с напряжением, превышающим рабочее, ставить их нельзя. Если на обкладках конденсатора окажется напряжение, превышающее то, на которое он рассчитан, диэлектрик его пробьется. Пробитый конденсатор непригоден для работы в радиосхемах.

САМОДЕЛЬНЫЕ КОНДЕНСАТОРЫ ПОСТОЯННОЙ ЕМКОСТИ

Конденсатор емкостью до 50 *пф* можно сделать следующим способом. Взять кусок медной проволоки диаметром 1,5—2 *мм* и длиной 50—60 *мм*, обернуть его слоем бумаги, а поверх бумаги намотать в один плотный ряд, виток к витку, более тонкую проволоку (рис. 174). Одной обкладкой этого конденсатора будет толстая проволока, другой — слой тонкой проволоки, а диэлектриком — бумага. При длине намотки 1 *см* получается конденсатор емкостью около 10 *пф*. Чем длиннее верхняя намотка, тем соответственно больше будет и емкость конденсатора.

Для изготовления конденсаторов емкостью до нескольких сотен пикофарад потребуется алюминиевая или оловянная фольга (станиоль), тонкая писчая или папиросная бумага, парафин или воск (стеарин не годится). Фольгу можно взять из испорченных бумажных конденсаторов. В алюминиевую фольгу завертывают шоколад и некоторые сорта конфет. От поврежденных конденсаторов можно также использовать и бумагу.

Расправь фольгу и вырежь из нее две полоски. Это будут обкладки конденсатора (рис. 175). Длина и ширина фольговых полосок определяется емкостью конденсатора, который надо сделать (расчет приводим ниже). Вырежь две бумажные полоски в два раза шире фольговых. Одна из них (на рис. 175,*а* — нижняя) должна быть в 1,5—2 раза длиннее другой. Растопи в баночке парафин, но не доводи его до кипения. При помощи кисточки

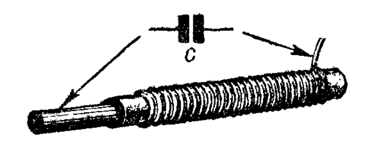


Рис. 174. Самодельный бумажный конденсатор малой емкости.

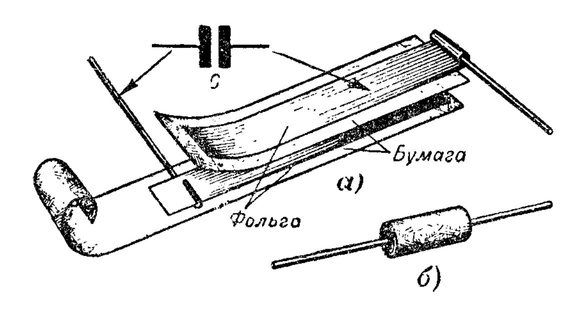


Рис. 175. Самодельный бумажный конденсатор.

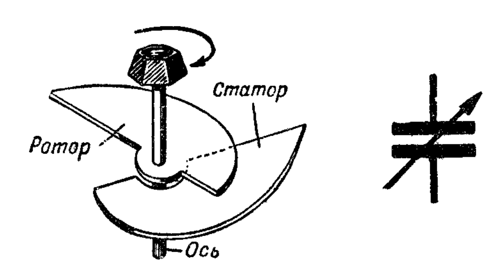


Рис. 176. Простейший конденсатор переменной емкости с вращающейся подвижной обкладкой.

смажь горячим парафином бумажные полоски и точно посредине наложи на них фольговые полоски. Сложи обе пары полосок вместе так, чтобы нижняя фольговая полоска оказалась под верхней. Накрой их бумагой и прогладь теплым утюгом. Прогладить утюгом надо для того, чтобы полоски лучше и плотнее склеились. Если у тебя не окажется парафина или воска, полоски можно пропитывать чистым медицинским вазелином (только не борным).

Возьми кусочки медной проволоки толщиной 1—1,5 *мм* и длиной по 50—60 *мм*. Загни их, а в образовавшиеся петли вложи концы фольговых полосок, предварительно счистив с них парафин, чтобы получить хорошие контакты между фольгой и проволочками. А теперь склеенные полоски закатай справа налево в плотный рулончик. Свободный от фольги участок нижней полоски смажь клеем. Он образует прочную оболочку. Корпус получившегося конденсатора можно дополнительно заклеить в полоску картона, а затем пропитать расплавленным парафином или промазать снаружи клеем БФ-2.

Теперь сообщим расчетные данные конденсатора. Две взаимно перекрывающиеся фольговые обкладки площадью по 1 $см^2$, разделенные тонкой писчей бумагой, образуют конденсатор емкостью около 20 *пф*. Если взять, например, фольговые полоски шириной 1 *см* и длиной по 10 *см*, то конденсатор будет иметь емкость 200 *пф*. При полосках той же ширины, но длиной по 50 *см* получится емкость около 1 000 *пф*. Конденсатор такой же емкости можно сделать из фольговых полосок шириной по 2 *см* и длиной 25 *см* или шириной 2,5 *см* и длиной по 20 *см*. Таким образом, чтобы узнать емкость самодельного конденсатора в пикофарадах, надо умножить ширину фольговых полосок на длину каждой из них (в сантиметрах), а полученный результат умножить на 20.

При расчете не учитывай концы фольговых полосок, к которым присоединяются проволочные выводы, так как они не перекрываются другими концами полосок.

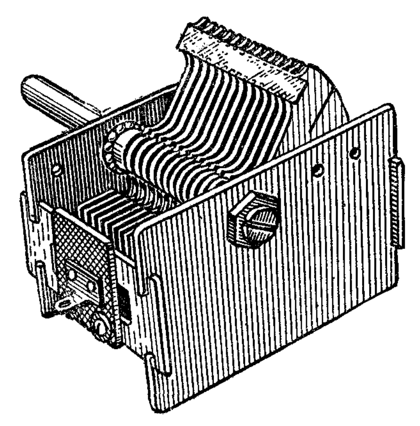
Чтобы конденсатор был надежнее, между обкладками нужно прокладывать по два слоя бумаги.

Сделав конденсатор, испытай его пробником: не замкнуты ли между собой его обкладки.

КОНДЕНСАТОРЫ ПЕРЕМЕННОЙ ЕМКОСТИ

Простейший, но в то же время удобный в работе конденсатор переменной емкости устроен так. Одна из его пластин-обкладок неподвижна. Она называется статором. Вторая — ротор — скреплена с осью и при вращении ее может перемещаться по отношению к первой (рис. 176). Если ось вращать, площадь перекрытия обкладок, а вместе с тем и емкость конденсатора изменяются.

Конденсаторы переменной емкости, применяемые в колебательных контурах, состоят из двух групп пластин (рис. 177), сделанных из листового алюминия или латуни. Пластины ротора соединены между собой осью. Статорные пластины также соединены вместе и изолированы от ротора. Если вращать ось,


Рис. 177. Конденсатор переменной емкости с воздушным диэлектриком.

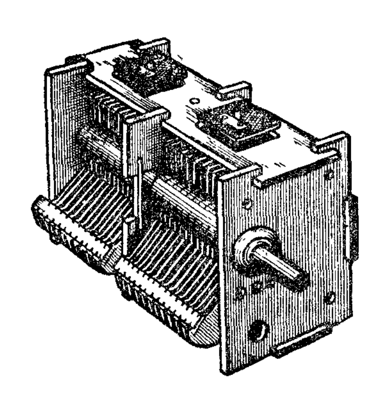


Рис. 178. Сдвоенный блок конденсаторов переменной емкости.

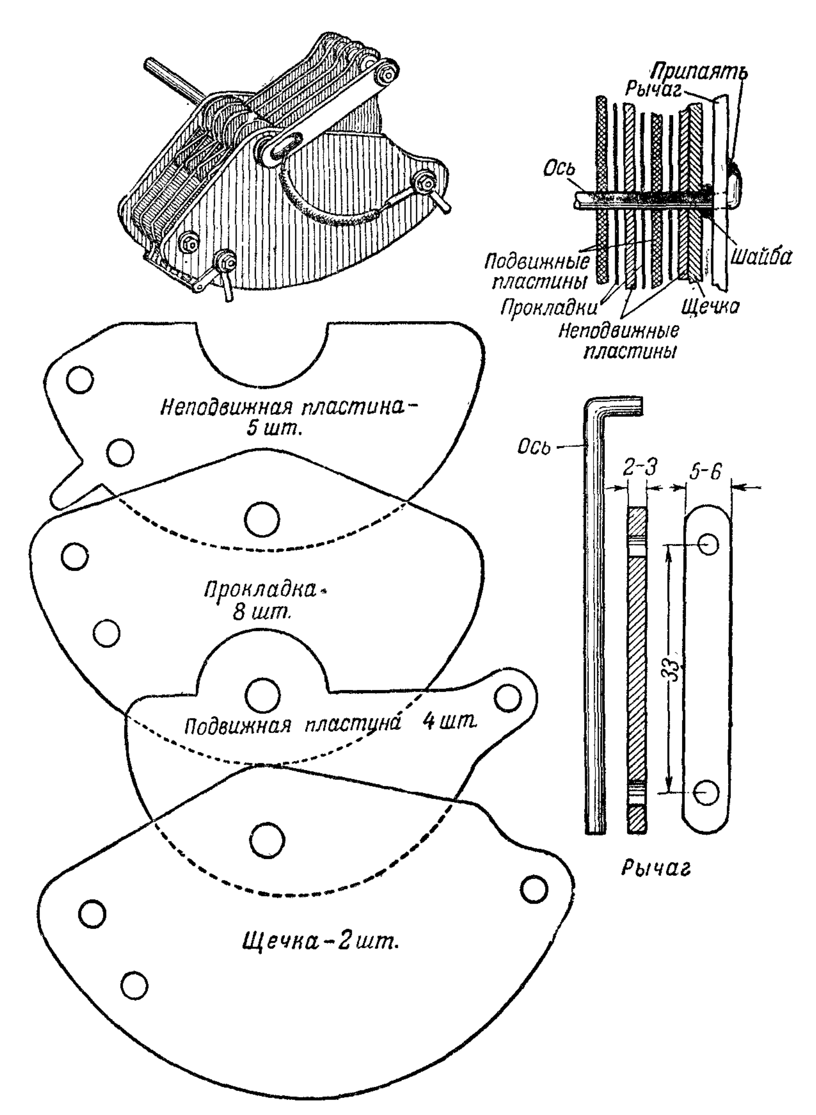


Рис. 179. Самодельный конденсатор переменной емкости с твердым диэлектриком.

пластины статора постепенно входят в воздушные зазоры между пластинами роторной группы, отчего емкость конденсатора плавно изменяется. Когда пластины ротора полностью выведены из зазоров между пластинами статора, емкость конденсатора наименьшая: ее называют н а ч а л ь н о й. Когда роторные пластины полностью введены в промежутки между пластинами статора, емкость конденсатора наибольшая.

Наибольшая емкость конденсатора тем больше, чем больше в нем пластин и чем меньше расстояние между подвижными и неподвижными пластинами.

Наиболее распространены конденсаторы переменной емкости, имеющие начальную емкость 15—25 *пф* и наибольшую 450—500 *пф*.

На рис. 178 показана одна из конструкций сдвоенного конденсатора переменной емкости.

Это — так называемый блок конденсаторов. При вращении его оси одновременно изменяется емкость обоих конденсаторов. Такие блоки используют в радиоприемниках, имеющих два настраивающихся колебательных контура, например в каскаде усиления высокой частоты и в детекторном каскаде. Существуют блоки, состоящие из трех и даже четырех конденсаторов переменной емкости.

Конденсаторы переменной емкости и блоки требуют к себе бережного отношения. Даже незначительное искривление или иное повреждение их пластин приводит к замыканию между ними. Исправление же конденсатора переменной емкости — дело очень трудное.

САМОДЕЛЬНЫЙ КОНДЕНСАТОР ПЕРЕМЕННОЙ ЕМКОСТИ

Конденсатор переменной емкости с воздушным диэлектриком самому изготовить трудно. А с твердым диэлектриком конденсатор переменной емкости можно сделать, имея несложный инструмент.

Самодельные конденсаторы переменной емкости можно использовать в контурах детекторных и простых ламповых приемников, а также для регулирования обратной связи.

Детали самодельного конденсатора начерчены на рис. 179 в натуральную величину. С помощью копировальной бумаги или кальки переведи их на картон, вырежь, а по получившимся шаблонам будешь изготавливать эти детали. Подвижные и неподвижные пла-

стины можно вырезать из листового цинка, жести, но лучше из листовой латуни или меди толщиной 0,2—0,3 *мм*. В качестве диэлектрика используй листовой целлулоид, целлофан или, в крайнем случае, плотную бумагу, пропитанную воском, парафином или лаком. Щечки надо выпилить лобзиком из листового эбонита, гетинакса или органического стекла толщиной 2—3 *мм*, но можно и из фанеры, предварительно проваренной в парафине.

Для сборки конденсатора потребуется еще четыре болтика или шпильки диаметром по 2—3 *мм* и длиной по 20—25 *мм* с двумя гайками на концах, 12—15 шайбочек. Осью может быть медный стержень или гвоздь толщиной 3—4 *мм* и длиной 55—60 *мм*. Конец оси, отступя от края на 6—8 *мм*, изгибается под прямым углом. Рычаг надо вырезать из полоски меди или латуни толщиной 2—3 *мм*; его длина 43 *мм*, ширина 5—6 *мм*, расстояние между центрами отверстий 33 *мм*.

Заготовленные пластины должны быть совершенно ровными и не иметь заусенцев по краям. Все неподвижные пластины нужно сложить вместе, зажать в тиски, опилить напильником и затем зачистить мелкой наждачной бумагой. Точно так же обработай подвижные пластины и щечки. Просверливать отверстия в пластинах и щечках также следует одновременно, сложив их вместе и зажав в тиски. Крайние отверстия в пластинках и щечках сверли с учетом диаметра имеющихся болтиков, а средние — по диаметру оси. Болтики и ось должны плотно входить в свои отверстия и не болтаться в них.

Сборку конденсатора производи в таком порядке. В отверстие рычага вставь ось и припаяй ее к рычагу. На ось надень одну шайбочку (она будет препятствовать трению рычага о щечку). Продень ось через отверстие в щечке. В два отверстия, расположенных у левого края щечки, пропусти болтики, предварительно надев на них по одной шайбе. Щечку с осью и болтиками положи на стол так, чтобы ось и болтики торчали вверх. На болтики надень неподвижную пластину, поверх ее — изолирующую прокладку, а на ось — неподвижную пластину. После этого на болтики надень шайбочки (их толщина должна быть не менее толщины пластины), а на шайбочки и подвижную пластину — прокладку, затем неподвижную пластину, снова прокладку и на ось — вторую подвижную пластину. Далее на болтики надень шайбочки, наложи прокладку, затем следующую неподвижную пластину, снова прокладку, третью подвижную пластину, шайбочки и т. д. Сборка пластин заканчивается укладкой последней неподвижной пластины и второй щечки. После этого можно скрепить свободные стороны щечек, предварительно надев на болтик втулку или несколько толстых шайбочек.

Между концами подвижных пластин и рычага вложи шайбочки или короткие втулочки и скрепи всю подвижную систему болтиком. Общая длина набора шайбочек должна быть такова, чтобы пластины и рычаг были параллельны и без усилий поворачивались вместе с осью.

Под гайки болтиков, стягивающих корпус конденсатора, надень жестяные лепестки. Они будут служить выводами конденсатора.

Хвостики неподвижных пластин и левый (на рисунке) выводной лепесток спаяй вместе кусочком медной проволоки. Другой выводной лепесток соедини с рычагом подвижных пластин многожильным проводником.

Когда конденсатор будет полностью собран, окончательно затяни все гайки стягивающих болтиков. При вращении оси подвижные пластины конденсатора должны без заеданий входить между изоляционными прокладками, не соединяясь с неподвижными пластинами.

Конденсатор из пяти неподвижных и четырех подвижных пластин имеет наибольшую емкость около 250 *пф*. Добавление каждой следующей пластины, как подвижной, так и неподвижной, увеличивает емкость конденсатора примерно на 30—35 *пф*.

ПОДСТРОЕЧНЫЕ КОНДЕНСАТОРЫ

Эти конденсаторы являются разновидностью конденсаторов переменной емкости. Используются они в многоконтурных приемниках для подстройки контуров в резонанс в начале диапазонов. Поэтому их и называют подстроечными. Требуемая емкость подстроечных конденсаторов устанавливается один раз при настройке приемника и во время пользования приемником не изменяется. Подстроечные конденсаторы называют также полупеременными конденсаторами или триммерами.

Устройство наиболее распространенного подстроечного конденсатора показано на рис. 180. Это конденсатор типа КПК-1 (конденсатор подстроечный керамический). Он состоит из массивного керамического основания и тонкого керамического диска с болтиком, с помощью которого можно поворачивать диск. На поверхности основания под диском и сверху диска в виде секторов нанесены металлические слои, являющиеся обкладками конденсатора. От них сделаны пластинчатые

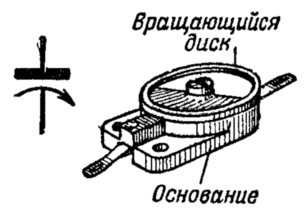


Рис. 180. Подстроечный конденсатор типа КПК-1.

выводы. Когда с помощью отвертки поворачивают болтик, поворачивается и диск с металлическим слоем на нем. От этого изменяется площадь перекрытия секторов-обкладок, изменяется емкость конденсатора.

Емкость таких конденсаторов указывается в виде дробного числа, где числитель — наименьшая, а знаменатель — наибольшая емкость данного конденсатора. Если, например, на конденсаторе указано: 6/30, значит, наименьшая его емкость 6 *пф*, а наибольшая — 30 *пф*.

Подстроечные конденсаторы обычно имеют наименьшую емкость 5—8 *пф*, а наибольшую — 15—50 *пф*.

Сделать самому подстроечный конденсатор можно так же, как малоемкостный, показанный на рис. 174. Для этого надо только бумажную гильзу с намотанной на нее проволокой сделать так, чтобы она с небольшим трением могла перемещаться вдоль центральной, более толстой проволоки. А чтобы витки намотки прочно держались на гильзе, их надо покрыть сверху лаком или клеем БФ-2. Чем глубже в гильзу будет вдвинут стерженек, тем больше емкость конденсатора.

СОПРОТИВЛЕНИЯ

Наша промышленность выпускает постоянные и переменные сопротивления разных конструкций и различных величин — от нескольких ом до десятков мегом (рис. 181—183).

Постоянные непроволочные сопротивления ВС представляют собой керамические стерженьки или трубочки, на поверхность которых нанесен слой углерода. На концы стержня (трубочки) насажены контактные латунные посеребренные или луженые хомутики или колпачки с удлиненными выводами. Корпус сопротивления вместе с контактными колпачками покрыт сверху влагостойкой эмалью.

Сопротивления МЛТ отличаются от сопротивлений ВС тем, что на их керамические трубочкн нанесен не углерод, а слой специального металлического сплава, обладающий большим сопротивлением.

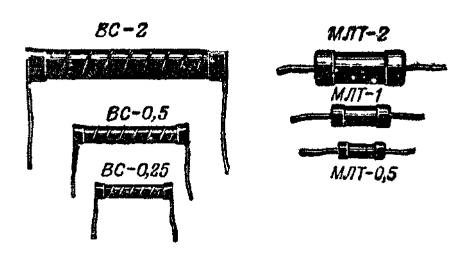


Рис. 181. Постоянные непроволочные сопротивления.

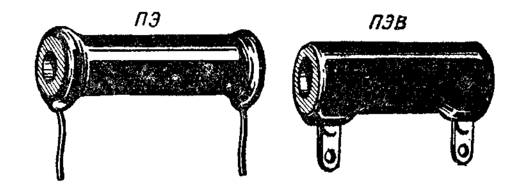


Рис. 182. Постоянные проволочные сопротивлеиня.

У сопротивлений ТО в качестве основы использованы тонкие стеклянные трубочки. На поверхность трубочек нанесена пленка токопроводящего состава, содержащего графит и сажу. Они опрессованы пластмассой. Выводы сделаны из медной луженой проволоки. Имей в виду, что сопротивления типа ТО — самые ненадежные в работе.

Большое значение имеет мощность рассеяния сопротивления, т. е. та предельная мощность тока, которую оно долгое время выдерживает. Сопротивления делают на различные мощности. Сопротивления ВС рассчитаны на мощности 0,25; 0,5; 1, 2, 5 и 10 *вт*; сопротивления МЛТ на мощности 0,5, 1 и 2 *вт*; сопротивления ТО на мощность 0,25 *вт*. Соответственно они обозначаются: ВС-0,25, ВС-0,5, ВС-1, ВС-2, ВС-5, ВС-10, МЛТ-0,5, МЛТ-1, МЛТ-2, ТО-0,25. Их называют соответственно четвертьваттными, полуваттными, одноваттными и т. д. сопротивлениями. Чем больше мощность сопротивления данного типа, тем больше его размеры. Тебе в основном придется иметь дело с сопротивлениями на мощности от 0,25 и 2,0 *вт*.

Как узнать, какой мощности сопротивление надо ставить? На концах сопротивления, когда через него идет ток, создается напряжение, зависящее от величины тока и сопротивления. Умножив ток на напряжение, получим мощность, рассеиваемую на этом сопротивлении.

Приведем пример. В цепь катода лампы 6П6С включено сопротивление автоматического смещения. Ток, проходящий через это сопротивление, равен 52 *ма* (ток анода и экранной сетки). При этом на нем получается напряжение 12,5 *в*. Следовательно, на нем

рассеивается мощность 52 *ма*×12,5 *в*=0,65 *вт*. Значит, здесь можно применить сопротивление ВС-1 или МЛТ-1. Если в эту цепь включить сопротивление меньшей мощности, например полуваттное, оно будет перегреваться и быстро сгорит.

В описаниях приемников и усилителей обычно указываются мощности тех или иных сопротивлений. Делать это будем и мы.

Проволочное постоянное эмалированное сопротивление представляет собой керамическую трубку, на которую намотана в один слой тонкая нихромовая или константановая проволока (рис. 182). Сверху обмотка покрыта стекловидной эмалью, обычно коричневого или зеленого цвета. У сопротивлений ПЭ выводы сделаны в виде гибких жгутов из тонких медных проволочек, а у сопротивлений ПЭВ — в виде пластинок. Эти сопротивления используют в цепях со значительными токами.

Переменные сопротивления. Об устройстве проволочного переменного сопротивления — реостата мы уже рассказывали (стр. 99). Сейчас познакомимся с переменными непроволочными сопротивлениями.

Устройство и внешний вид переменных непроволочных сопротивлений СП и ТК, являющихся наиболее распространенными и дешевыми, показаны на рис. 183. К круглому пластмассовому основанию приклеена дужка из гетинакса, покрытая тонким слоем сажи, перемешанной с лаком. Этот слой и есть сопротивление. От обоих концов этого слоя сделаны выводы. В центр основания впрессована втулка. В ней вращается ось, а вместе с осью фигурная гетинаксовая пластинка. На внешнем конце пластинки укреплена контактная щетка из нескольких пружинящих проволочек. Эта щетка соединена со средним выводным лепестком. При вращении оси щетка скользит по слою сажи на дужке, вследствие чего изменяется сопротивление между средним и крайними выводами. Сверху сопротивление закрыто металлической крышкой, предохраняющей его от повреждений. Почти так же устроены сопротивления ВК.

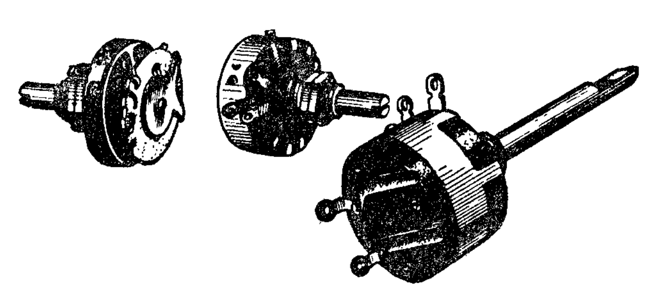


Рис. 183. Устройство и внешний вид переменных сопротивлений. Слева — сопротивление СП со снятым кожухом, в центре тоже сопротивление СП, но с кожухом, справа — сопротивление ТК.

Сопротивление ТК отличается от сопротивления ВК только тем, что на его крышке смонтирован выключатель. Он используется для включения питания радиоконструкции.

Сопротивления ТК и ВК выпускаются на величины от 2,5 *ком* до 7,5 *Мом*. Используются они в основном для регулирования громкости, тембра звука и обратной связи.

Маркировка сопротивлений. На сопротивлениях указываются их номинальные величины в омах, килоомах или мегомах, причем обозначение *ком* часто заменяется буквой *к*, *Мом* — буквой *М*. Мощность указывается не на всех сопротивлениях. Не обозначается она, например, на сопротивлениях ВС-0,25, ВС-0,5, МЛТ всех мощностей и на других малогабаритных сопротивлениях. Со временем ты научишься распознавать мощность сопротивлений по их внешнему виду.

На корпусах сопротивлений ВС и МЛТ указывается также наибольшее возможное отклонение действительной величины от обозначенной на нем. Если, например, на сопротивлении имеется надпись «100к±10%» это значит, что его фактическая величина может быть в пределах от 90 до 110 *ком*. Если на сопротивлении число процентов не указано, значит его фактическая величина может отличаться от обозначенной на 20% в большую или меньшую сторону.

Для обозначения величин ранее выпускаемых сопротивлений ТО применялся «цветной код». Он основан на том, что каждая цифра обозначается на корпусе сопротивления определенным цветом. Цифрам присвоены следующие цвета:

Цифра	Цвет, присвоенный цифре	Цифра	Цвет, присвоенный цифре
0	Черный	5	Зеленый
1	Коричневый	6	Синий (или голубой)
2	Красный	7	Фиолетовый
3	Оранжевый	8	Серый
4	Желтый	9	Белый

Величину сопротивления обозначают при помощи комбинации цветов путем окраски корпуса и нанесением на него цветных поясков и точек. Корпус окрашивается в цвет первой цифры величины сопротивления, один из его концов — в цвет второй цифры величины

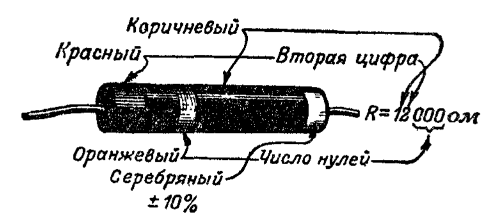


Рис. 184. Цветная маркировка сопротивлений типа ТО.

сопротивления, цветная точка или поясок в середине корпуса показывает цифру, соответствующую числу нулей, которое надо приписать к первым двум цифрам, чтобы узнать величину сопротивления в омах.

Золотая точка или поясок на торце сопротивления означают, что данное сопротивление имеет допуск ±5%, а серебряная точка или поясок — допуск ±10%. Если этих знаков нет, значит допуск этого сопротивления ±20%.

Допустим, что у нас имеется сопротивление, корпус которого окрашен в коричневый цвет, один торец — в красный цвет, в середине имеется оранжевый поясок, а второй торец серебряный (рис. 184). Значит это сопротивление 12 000 *ом* (12 *ком*). Фактическая же его величина может быть в пределах от 10 800 до 13 200 *ом*, так как допускается отклонение на ±10%.

Обозначения электрических данных конденсаторов и сопротивлений на принципиальных схемах. Чтобы не загромождать принципиальные схемы в книге, мы используем общепринятую систему сокращенных обозначений емкостей конденсаторов и данных сопротивлений (рис. 185), при которой наименования единиц измерения емкостей и сопротивлений (*мкф, пф, ом, ком, Мом*) при числах на схемах не ставятся.

Емкости конденсаторов от 1 до 9999 *пф* обозначаются целыми числами, соответствующими их емкостям в этих единицах.

Емкость конденсаторов, начиная от 0,01 *мкф* (10 000 *пф*) и больше, обозначается в долях микрофарады или микрофарадах; если емкость конденсатора равна целому числу микрофарад, то для отличия от обозначения емкости в пикофарадах после последней значащей цифры ставятся запятая и нуль.

Примеры обозначения емкостей конденсаторов:

$C_1$47	соответствует	$C_1 = 47$ *пф*,
$C_2$3 300	»	$C_2 = 3\,300$ *пф*,
$C_3$0,05	»	$C_3 = 0{,}05$ *мкф* (50 000 *пф*),
$C_4$0,5	»	$C_4 = 0{,}5$ *мкф*,
$C_5$20,0	»	$C_5 = 20$ *мкф*.

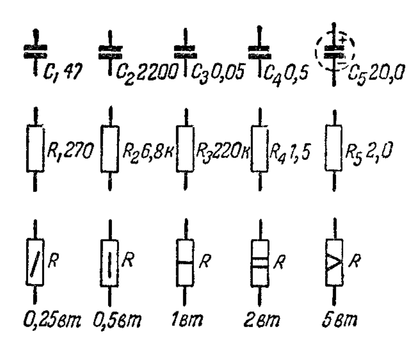


Рис. 185. Обозначение данных конденсаторов и сопротивлений на схемах.

После обозначения емкости в микрофарадах или пикофарадах может быть поставлено рабочее напряжение конденсатора в вольтах.

Величины сопротивлений от 1 до 999 *ом* обозначаются целыми числами, соответствующими омам.

Величины сопротивлений от 1 до 999 *ком* обозначаются цифрами, указывающими число килоом с буквой *к*. Сопротивления большей величины выражаются в мегомах, причем если величина сопротивления равна целому числу мегом, то для отличия от обозначения величины сопротивлений в омах после цифры ставятся запятая и нуль.

Примеры обозначения величин сопротивлений:

$R_1$270	соответствует	$R_1 = 270$ *ом*,
$R_2$6,8 *к*	»	$R_2 = 6\,800$ *ом*,
$R_3$56 *к*	»	$R_3 = 56$ *ком* (56 000 *ом*),
$R_4$220 *к*	»	$R_4 = 220\,000$ *ом* (0,22 *Мом*),
$R_5$1,5	»	$R_5 = 1{,}5$ *Мом*,
$R_6$2,0	»	$R_6 = 2$ *Мом*.

Номинальная мощность постоянных сопротивлений на принципиальных схемах обозначается условными знаками в виде черточек на самих сопротивлениях (рис. 185).

ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ ДИАПАЗОНОВ

В простых приемниках в качестве переключателей диапазонов могут быть использованы выключатели мгновенного действия, так называемые «тумблеры», или самодельные — ножевого типа. С такими выключателями ты уже знаком по одноламповому приемнику.

Для сложных приемников или измерительных приборов нужны переключатели, рассчитанные на одновременное включение или переключение нескольких цепей. В таких случаях придется использовать заводские переключатели, один из которых показан на рис. 186. Это — двухплатный переключатель.

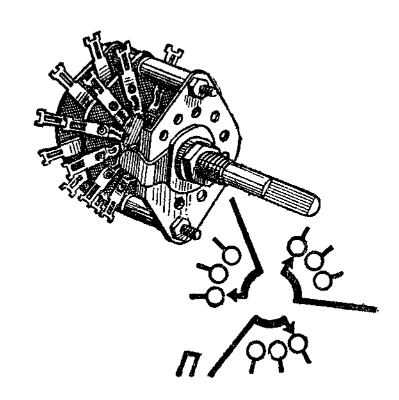


Рис. 186. Переключатель диапазонов заводского изготовления и его схематическое изображение.

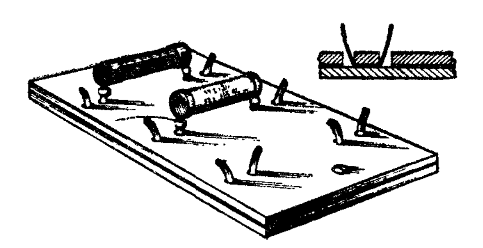


Рис. 187. Монтажная колодочка.

На каждой его плате смонтированы три группы контактов по три контакта в каждой. А всего на двух платах находится шесть таких групп. Переключение с одного на другое и третье положения осуществляется поворотом оси.

Рекомендуем приобрести такой переключатель. Правда, в простых приемниках все его контакты не будут использованы, но в дальнейшем ты можешь применить его почти в любой сложной радиоконструкции.

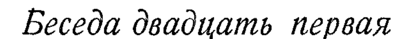
МОНТАЖНАЯ КОЛОДОЧКА

Качество приемника или усилителя во многом зависит от прочности монтажа. Если выводы сопротивлений и конденсаторов не могут быть припаяны непосредственно к другим, прочно закрепленным деталям, надо сделать для них монтажную колодочку. Она состоит из двух пластинок из изоляционного материала и контактных лепестков, к которым припаиваются сопротивления, конденсаторы, монтажные проводники (рис. 187). Контакты удерживаются в отверстиях, просверленных в верхней пластинке. Пластинки складывают вместе и привинчивают к панели или к стоечкам, укрепленным в подвале шасси.

Для изготовления лепестков используй узкие полоски жести, латуни или кусочки медной проволоки толщиной 1,2—2 *мм*. Пластинки можно вырезать из листового текстолита, гетинакса, органического стекла. В крайнем случае их можно сделать из кусочков плотного картона или фанеры, только их надо предварительно проварить в горячем парафине или пропитать лаком, чтобы они стали хорошими изоляторами.

Размеры колодочек и число контактных лепестков на них определяются размерами и числом монтируемых на них деталей.

Мы рассказали тебе о наиболее важных радиодеталях, дали некоторые советы по их изготовлению и использованию. Но, к сожалению, в одной беседе обо всем не расскажешь. Другие советы будем давать по ходу практической работы.



Беседа двадцать первая

САМОДЕЛЬНЫЕ БАТАРЕЙНЫЕ РАДИОПРИЕМНИКИ

В этой беседе мы познакомим тебя с несколькими схемами и конструкциями батарейных приемников прямого усиления.

ПРОСТОЙ ДВУХЛАМПОВЫЙ ПРИЕМНИК

Принципиальная схема этого приемника показана на рис. 188. В нем работают лампы пальчиковой серии: 1Б1П (используется ее пентодная часть; диод лампы в схему не включен) и 1К1П. В левой части схемы ты без труда узнаешь одноламповый приемник с обратной связью. Только в его анодную цепь вместо телефона включено сопротивление R_3. Это — анодная нагрузка лампы $Л_1$. В остальном эта часть схемы ничем не отличается от схемы однолампового приемника. К нему добавлен каскад усиления низкой частоты. Получился приемник 0-V-1.

Нити накала обеих ламп питаются от батареи $Б_н$, а их цепи анодов и экранных сеток — от анодной батареи $Б_а$.

Рассмотрим пути различных токов в схеме приемника. Сначала проследим цепи накала. От зажима $+Б_н$ ток поступает на штырьки 7 электронных ламп и идет по их нитям накала. Выйдя через штырьки 1 из нитей, токи накала ламп по заземленному проводнику идут к зажиму $-Б_н$.

Теперь проследим пути тока от анодной батареи. От зажима $+Б_а$ ток разветвляется и идет: 1) к экранной сетке лампы $Л_2$; 2) через громкоговоритель, включаемый в гнезда *Гр*, к аноду лампы $Л_2$; 3) через сопротивление R_2 к экранной сетке лампы $Л_1$ и 4) через сопротивление R_3 и катушку обратной связи L_2 к аноду лампы $Л_1$. Токи этих четырех цепей, пройдя через лампы, вместе идут к зажиму $-Б_а$. Других путей для тока анодной батареи нет, если все конденсаторы, присоединенные к этим цепям, не имеют утечек или замыканий между обкладками.

Теперь разберемся в путях переменных токов. Возникающие в контуре L_1C_2 модулированные колебания высокой частоты при помощи конденсатора C_3 и сопротивления R_1 детектируются лампой $Л_1$. Анодный ток этой лампы идет через катушку обратной связи L_2 и сопротивление R_3. Проходя по катушке обратной связи, его высокочастотная составляющая индуктирует в контурной катушке колебания высокой частоты.

Низкочастотная составляющая создает на анодной нагрузке R_3 напряжение звуковой частоты, которое через конденсатор C_6 подается в цепь управляющей сетки лампы $Л_2$. Усиленные этой лампой колебания звуковой частоты приводят в действие громкоговоритель, включенный в ее анодную цепь.

Сопротивление R_2 понижает напряжение, подаваемое на экранную сетку лампы $Л_1$. Переменные токи высокой и низкой частоты, возникающие в цепи этой сетки, проходят через конденсатор C_4. R_4 — сопротивление утечки сетки лампы $Л_2$. Конденсатор C_7 пропускает через себя наиболее высокие звуковые частоты, улучшая тем самым тембр звука. Конденсатор C_8, блокирующий анодную батарею, пропускает переменные составляющие анодных цепей обеих ламп приемника.

Мощность, развиваемая лампой 1К1П, работающей в выходном каскаде, вполне достаточна для работы громкоговорителя «Рекорд».

На шасси однолампового приемника с обратной связью мы оставили место для каскада усиления низкой частоты. Укрепи на шасси ламповую панельку и, руководствуясь схемой рис. 188, добавь к нему каскад усиления низкой частоты.

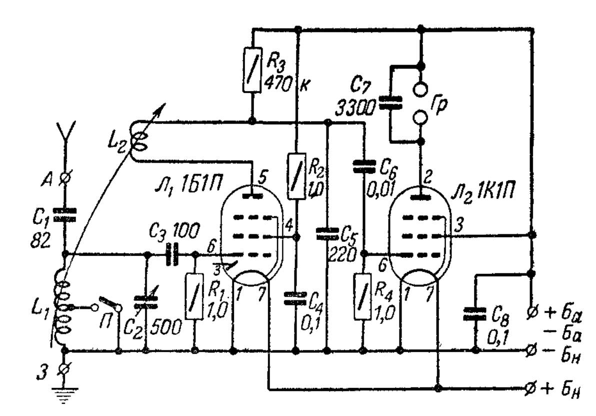


Рис. 188. Принципиальная схема двухлампового батарейного радиоприемника.

Монтаж этого каскада показан на рис. 189. Обращаем внимание на крепление панельки для лампы $Л_2$. По отношению к панельке лампы $Л_1$ она повернута на 180°. Это сделано для того, чтобы цепь сетки была возможно короче и в то же время отдалена от анодной цепи, иначе между этими цепями может возникнуть вредная связь и усилитель станет самовозбуждаться.

Сопротивление утечки сетки R_4 и переходной конденсатор C_6 припаяй непосредственно к лепесткам панельки лампы $Л_2$. Ко второму выводу конденсатора C_6 припаяй нагрузочное сопротивление R_3 и конденсатор C_5. Сюда же припаяй и проводник цепи обратной связи, который в одноламповом приемнике шел к те-

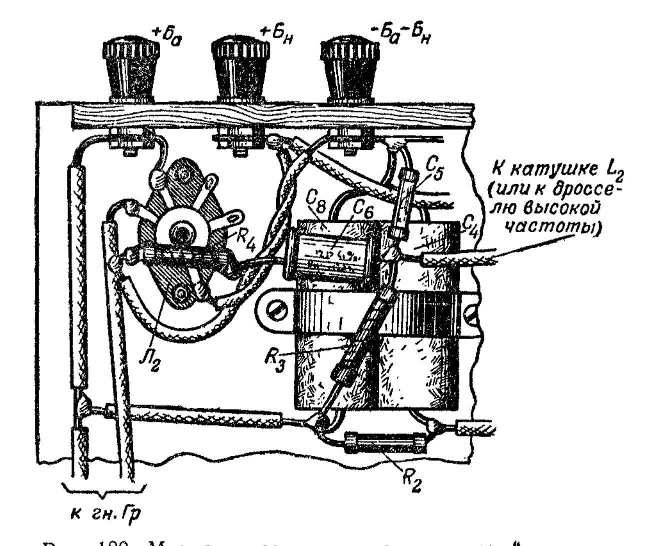


Рис. 189. Монтаж каскада усиления низкой частоты.

лефонным гнездам. Освободившееся гнездо соедини с анодом лампы $Л_2$. Теперь гнезда, предназначавшиеся в одноламповом приемнике для включения телефона, будут гнездами громкоговорителя.

Если ты строил одноламповый приемник с параллельной обратной связью (по схеме рис. 143), то проводник, идущий от точки спайки сопротивления R_3 и конденсаторов C_5 и C_6, должен соединяться не с катушкой обратной связи, как в схеме рис. 188, а с дросселем высокой частоты. Никаких других изменений в монтаже приемника делать не надо.

Для питания этого приемника нужны такие же батареи, как и для одолампового приемника.

Закончив монтаж, сверь его с принципиальной схемой. Если ошибок нет, то приемник будет хорошо работать без какого-либо налаживания.

ПРИЕМНИК С ПОСТОЯННОЙ НАСТРОЙКОЙ НА ОДНУ МЕСТНУЮ СТАНЦИЮ

Двухламповый радиоприемник для приема программ местной радиовешательной станции можно смонтировать в ящике динамического громкоговорителя трансляционного типа. Принципиальная схема такого приемника приведена на рис. 190. В приемнике работают две лампы пальчикового типа: диод-пентод 1Б1П и лучевой тетрод 2П1П. Для питания цепей накала ламп потребуется один элемент типа 6С или батарея БНС-400, а для питания анодных и экранных цепей — батарея БАС-60 или БАС-80.

Колебательный контур приемника, образуемый катушкой L и конденсатором C_2, постоянно настроен на волну местной радиостанции. Возникающие в нем модулированные

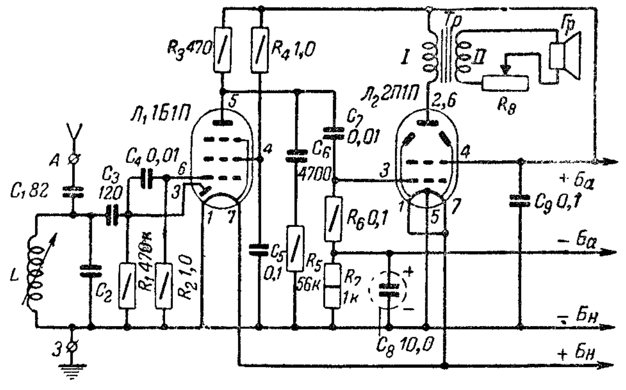


Рис. 190. Практическая принципиальная схема двухлампового батарейного радиоприемника.

колебания высокой частоты детектируются диодом лампы 1Б1П. Сопротивление R_1 является нагрузкой диода. Создающиеся на нем колебания звуковой частоты через конденсатор C_4 попадают на управляющую сетку пентодной части лампы 1Б1П. Усиленные ею колебания звуковой частоты проходят через конденсатор C_7 к управляющей сетке лампы 2П1П и еще раз усиливаются этой лампой. В анодную цепь лампы 2П1П включена первичная обмотка выходного трансформатора *Тр*. Со вторичной обмотки трансформатора колебания звуковой частоты подаются на звуковую катушку громкоговорителя *Гр* и преобразуются им в звук. Переменное сопротивление R_8, включенное в цепь ее звуковой катушки, выполняет роль регулятора громкости.

Для чего в этом приемнике применено диодное детектирование? А потому, что диодный детектор вносит меньше искажений, чем сеточный. Сеточный детектор хорош тем, что он позволяет ввести обратную связь, повышающую чувствительность приемника. Но при приеме передач близко расположенной радиовещательной станции обратная связь не дает большего усиления. В таких случаях сеточный детектор целесообразнее заменять диодным. Усиление при этом несколько снизится, но зато улучшится качество приема.

Теперь расскажем о других деталях и цепях приемника. Нить накала лампы 2П1П состоит из двух частей, которые можно соединять между собой последовательно или параллельно. Каждая из них рассчитана на напряжение 1,2 *в* и ток 60 *ма*. Если обе части нити соединить последовательно, то батарея, питающая нить накала, должна давать напряжение 2,4 *в*, при этом нить накала будет потреблять ток 60 *ма*. Если же половинки нити соединить параллельно, то нужна батарея с напряжением 1,2 *в*. Ток, потребляемый нитью накала, в этом случае увеличится вдвое, т. е. составит 120 *ма*. В нашем приемнике обе секции соединены параллельно, чтобы нити накала обеих ламп можно было питать от одной батареи.

В общую цепь питания анодов и экранных сеток обеих ламп приемника между отрицательными полюсами анодной и накальной батареи включено сопротивление автоматического смещения R_7. На нем падает часть напряжения анодной батареи — около 4,5 *в*. Поскольку управляющая сетка лампы 2П1П соединена через сопротивление R_6 с концом сопротивления R_7, подключенным к минусу анодной батареи, эта сетка получает по отношению к катоду необходимое для нормальной

работы этой лампы постоянное отрицательное напряжение смещения.

Электролитический конденсатор C_8 шунтирует сопротивление R_7. Он пропускает через себя низкочастотную составляющую анодных цепей обеих ламп приемника.

Конденсатор C_6 и сопротивление R_5 образуют цепь, улучшающую тембр звука. Желательный тембр звука устанавливается при налаживании приемника путем подбора сопротивления R_5. Чем меньше величина этого сопротивления, тем хуже усиливаются наиболее высокие звуковые частоты, тем «басистее» звук.

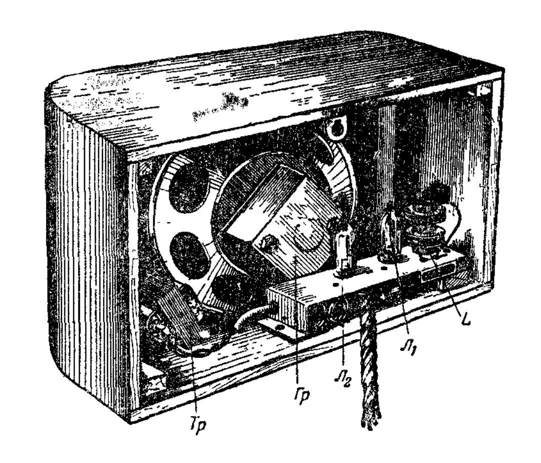
О назначении других деталей ты знаешь по предыдущим приемникам.

Для приемника подойдет любой электродинамический громкоговоритель трансляционного типа, если его регулятор громкости включен в цепь вторичной обмотки трансформатора. Этот трансформатор используется в приемнике как выходной. Одна из возможных конструкций приемника по схеме рис. 190 показана на рис. 191. Он оформлен в ящике громкоговорителя «Байкал». Схема приемника смонтирована на Г-образной панели шириной 60 *мм*, длиной 150 *мм* и высотой 40 *мм*. Панель прикреплена к дну ящика шурупами. Анодная цепь выходной лампы приемника соединена с первичной обмоткой трансформатора двумя изолированными проводниками.

Емкости конденсаторов и величины сопротивлений указаны на принципиальной схеме приемника (рис. 190). Конденсаторы C_1, C_2 и C_3 — керамические или слюдяные, C_4, C_5, C_6, C_7 и C_8 — бумажные, C_8 — электролитический, на рабочее напряжение 10—20 *в*. Емкость конденсатора C_2 при настройке контура придется подбирать опытным путем в пределах от 470 до 560 *пф*. Постоянные сопротивления могут быть любого типа.

Катушка колебательного контура имеет подстроечную секцию, чтобы во время настройки приемника ее индуктивность можно было изменять в небольших пределах. В контуре можно применить и малогабаритную катушку с высокочастотным магнитным сердечником. С устройством этих катушек мы познакомили тебя в предыдущей беседе (рис. 160 и 164). Количество витков катушки должно соответствовать тому диапазону волн, в котором работает местная радиостанция.

Панель приемника сделай из листовой стали алюминия или дюралюминия толщиной 1,5—2 *мм*. Советуем сначала склеить выкройку панели из картона или толстой бумаги, подогнать ее по ящику имеющегося громкоговорителя и разместить на ней все детали,



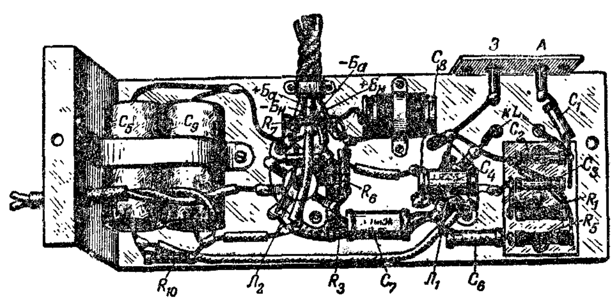


Рис. 191. Конструкция и монтажная схема двухлампового приемника с фиксированной настройкой.

чтобы уточнить расположение отверстий. Металлическую панель вырезай и изгибай по этой выкройке.

Укрепляя ламповые панельки, под гайки болтиков подложи жестяные контактные лепестки. К ним будешь припаивать те детали и монтажные проводники, которые должны соединяться с землей. Конденсаторы C_2, C_3 и сопротивления R_1 и R_5 смонтируй на колодочке возле панельки первой лампы. Конденсаторы C_5, C_9 и C_8, а также проводники, при помощи которых приемник соединяется с батареями, укрепи на панели при помощи жестяных хомутиков. Остальные конденсаторы и сопротивления припаивай непосредственно к контактным лепесткам ламповых панелек, к заземленным лепесткам и другим деталям, не наращивая их выводы.

Обращаем твое внимание на крепление электролитического конденсатора C_8. Его положительная обкладка (изолированный от корпуса вывод) должна соединяться с панелью, а отрицательная обкладка (корпус) — с отрицательным полюсом анодной батареи. Чтобы осуществить электрический контакт с алюминиевым корпусом, наложи на него же-

стяную пластинку с язычком для припайки сопротивлений R_6 и R_7 и проводника анодной батареи, а сверху эту пластинку оберни картонной полоской. Так ты изолируешь корпус конденсатора и контактную пластинку от панели и крепежного хомутика. Имей в виду, что если корпус конденсатора случайно окажется соединенным с панелью, то выходная лампа будет работать без смещения.

Налаживание приемника сводится в основном к настройке колебательного контура и подбору наиболее приятного тембра звука. Грубая настройка контура на частоту радиостанции достигается подбором числа витков, включаемых в контур, а точная — изменением положения подстроечной секции относительно основной катушки (об этом подробно говорится в двадцать шестой беседе). Одновременно можно также увеличивать емкость конденсатора C_2, заменяя его или подключая параллельно ему конденсаторы других емкостей. Точная настройка контура определяется по наибольшей громкости работы приемника. Настроив контур, свободные выводы катушки изолируй, а подстроечную секцию закрепи на каркасе каплей клея.

Если для контура будешь использовать катушку с высокочастотным магнитным сердечником, то подбери сначала емкость конденсатора C_2, а затем подстраивай контур сердечником.

Желательный тембр звука устанавливается опытным путем — подбором сопротивления R_5. Его величина может быть в пределах от 4,7 до 82 *ком*. Чем она меньше, тем более низким будет тембр звука. Заменяя одно сопротивление другим, ты легко подберешь наиболее приятный тембр звука.

На этом налаживание приемника заканчивается.

Если в вашем районе хорошо слышна не одна, а две радиостанции, приемник можно дополнить еще одним контуром, настроенным на волну второй станции, и переключателем, при помощи которого в цепь диода лампы 1Б1П можно будет включать любой из этих контуров. Получится двухпрограммный приемник.

Можно ли громкоговоритель нашего приемника использовать по прямому его назначению — включать в трансляционную сеть? Можно. Для этого надо только иметь в приемнике переключатель, которым первичная обмотка трансформатора могла бы включаться в анодную цепь выходной лампы приемника либо соединяться со шнуром, идущим к штепсельной розетке радиотрансляционной сети.

ПОХОДНЫЙ ПРИЕМНИК

Отправляясь в туристский поход или в путешествие по родному краю, хорошо взять с собой приемник, чтобы на привалах, устроившись поудобнее у костра, послушать последние известия, музыку, репортаж со стадиона, проверить часы — словом, чувствовать себя как дома.

Каким должен быть этот походный спутник? Он прежде всего должен иметь небольшие размеры и вес, чтобы его можно было носить в кармане или на ремешке через плечо, как фотоаппарат. Кроме того, он должен обеспечивать уверенный прием программ местных радиостанций на небольшую антенну, не «капризничать» в пути и потреблять возможно меньше энергии от батарей.

Этим требованиям отвечают простые, содержащие мало деталей приемники прямого усиления с фиксированной настройкой.

Принципиальная схема одного из таких приемников показана на рис. 192. Это — двухламповый приемник, рассчитанный на прием двух радиостанций. При небольшой антенне радиостанции слышны достаточно громко на головной телефон. Для питания приемника нужна анодная батарея с напряжением 40—60 *в*, желательно малогабаритная, например от слухового аппарата. Можно применить также батарею БАС-Г-60, БС-Г-70 или составленную из батареек карманного фонарика. Кроме того, нужен один накальный элемент любого типа. Анодную батарею и накальный элемент можно носить в чемоданчике или в рюкзаке. Они соединяются с приемником гибкими изолированными проводниками, свитыми в жгут.

Антенной приемника может служить кусок изолированного провода длиной 1,5—2 *м*. На продолжительных привалах лучше использовать провод длиной 6—10 *м*, подвешенный за

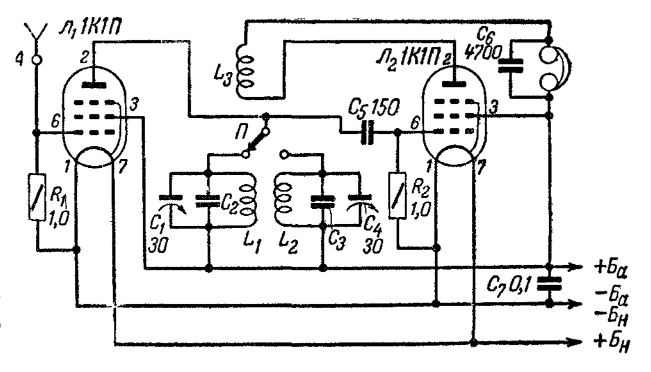


Рис. 192. Принципиальная схема походного радиоприемника.

сучок дерева. С такой антенной приемник работает громче. Увеличивает громкость приема и заземление. На привале заземлением может быть железный штырь, вбитый в землю. Он соединяется с цепью накала ламп. В походе на лодках или байдарках антенну можно укрепить вдоль бортов лодки, а зеземлением будет служить кусок голого провода, опущенный в воду.

В приемнике работают две пальчиковые лампы 1К1П или 1К2П (можно 1Б1П, 1Б2П). Первая лампа — усилитель высокой частоты, вторая — сеточный детектор с обратной связью. Катушка L_1 с конденсаторами C_1 и C_2 и катушка L_2 с конденсаторами C_3 и C_4 образуют два колебательных контура, включаемых в анодную цепь первой лампы. Каждый из контуров настроен на волну заранее выбранной радиостанции средневолнового или длинноволнового диапазонов. Переход с приема одной станции на другую осуществляется переключателем *П*. Катушка обратной связи L_3 — общая для обоих контуров. Настройка контуров на станции осуществляется подбором емкостей постоянных конденсаторов C_2 и C_3 и подстроечными конденсаторами C_1 и C_4. Напряжение на анод первой лампы подается через катушку включенного колебательного контура, на анод второй лампы — через телефон и катушку обратной связи L_3, а на экранные сетки обеих ламп — непосредственно от анодной батареи.

Входная цепь приемника не настраивается, вместо колебательного контура в нее включено сопротивление R_1. Это сделано для упрощения конструкции и устранения влияния антенн различных размеров на настройку приемника. Модулированные колебания, улавливаемые антенной, создают на сопротивлении R_1 переменные напряжения различных частот, и все они усиливаются лампой $Л_1$. Выделение же высокочастотных колебаний нужной станции происходит колебательным контуром, включенным в анодную цепь этой лампы. Возникающие в контуре высокочастотные модулированные колебания детектируются лампой $Л_1$.

Конструкция и монтаж приемника показаны на рис. 193. Угловую панель и ящичек сделай из 2—3-миллиметровой фанеры, отшлифуй ее мелкой шкуркой, покрой 2—3 раза лаком или покрась масляной краской. Длина горизонтальной части панели 100 *мм*, ширина 30 *мм*. Вертикальная часть панели длиннее горизонтальной на удвоенную толщину фанеры; высота ее около 35 *мм*. К боковым стенкам ящика с внутренней стороны прибей планочки, образующие пазы для краев панели.

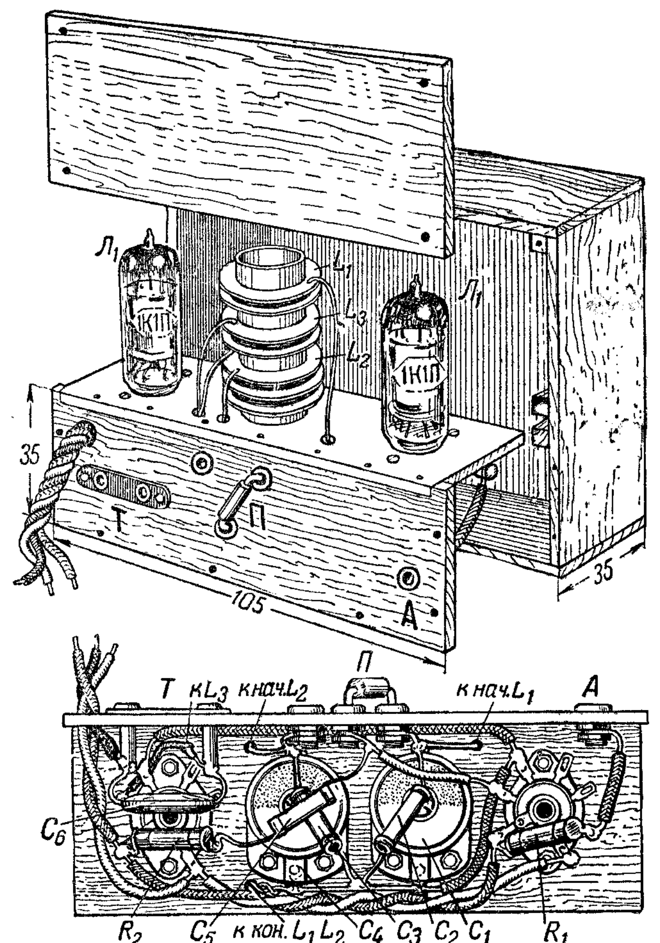


Рис. 193. Конструкция и монтаж походного радиоприемника.

Панель вставляется в ящик и привинчивается к нему шурупами. Над панелью ящик закрывается фанерной дощечкой. Панель и ящик могут быть изготовлены также из органического стекла или листового металла.

На горизонтальной части панели размести ламповые панельки, катушки, подстроечные конденсаторы и другие детали приемника. Переключатель контуров, гнезда для включения телефона и антенны крепи на вертикальной части панели; через нее же выводи проводники для подключения батарей. На рис. 193 не показан блокировочный конденсатор C_7, так как он подключается непосредственно к полюсам анодной батареи. Если же он будет небольшой, его можно вмонтировать в приемник.

Катушки намотай на картонные шпульки «внавал». Они располагаются на общем каркасе — картонной трубке или картонной охот-

ничьей гильзе диаметром 18—20 *мм*. Катушка обратной связи находится посреди каркаса, а по обе стороны от нее — контурные: L_1 — средневолновая и L_2 — длинноволновая.

Высота шпулек (расстояние между щечками) катушек L_1 и L_3 5—6 *мм*. Шпулька катушки L_2 имеет среднюю щечку; расстояние между крайними щечками 10—12 *мм*. Внешний диаметр всех шпулек 26—27 *мм*. Шпульки должны туго передвигаться по каркасу. Для катушек желательно использовать провод ПБД или ПШД (можно ПЭЛ) диаметром 0,18—0,2 *мм*. Катушка обратной связи L_3 имеет 90—100, средневолновая контурная L_1— 80—100, а длинноволновая контурная L_2— 280—300 витков. Провод на шпульки наматывай так, чтобы направление витков во всех катушках было одинаковым.

Наибольшая емкость подстроечных конденсаторов C_1 и C_4 — 30—40 *пф*. Конденсаторы C_2 и C_3 подбираются опытным путем во время настройки контуров. Их емкости могут быть в пределах от нескольких десятков до 470—560 *пф*. Переключатель контуров может быть любой конструкции. В описываемом приемнике роль переключателя выполняет перемычка из толстой медной проволоки, замыкающая гнезда. Вместо нее можно применить выключатель типа «Тумблер».

Обращаем внимание на порядок включения катушек. Концы контурных катушек должны соединяться с положительным полюсом анодной батареи, а начала — с гнездами переключателя. Конец катушки обратной связи соединяется с телефоном, а ее начало — с анодом лампы $Л_2$.

Контуры приемника настраивай на частоты выбранных станций в таком порядке. Контурные катушки сдвинь к краям каркаса, а подвижные обкладки подстроечных конденсаторов установи в положение, соответствующее средней емкости. Затем, соединив приемник с батареями и подключив к ним антенну, присоединяй к включенному контуру поочередно конденсаторы постоянной емкости, начиная с 27—51 *пф*. Вмонтируй тот конденсатор, при котором получится наиболее громкий прием радиостанции. Добейся точной настройки изменением емкости подстроечного конденсатора. После этого медленно перемещай контурную катушку в сторону катушки обратной связи до такого положения, при котором передача будет слышна наиболее громко, но генерация отсутствует. Это будет наивыгоднейшая величина обратной связи, при которой приемник обладает наилучшей чувствительностью. Если по мере сближения катушек громкость приема будет ослабевать, значит неправильно включена катушка обратной связи — надо поменять местами ее выводы. Точно так же настрой второй контур приемника на другую радиостанцию. Подстройку контуров можно производить не только подбором емкостей конденсаторов, но и путем изменения индуктивности катушки, уменьшая или увеличивая число содержащихся в них витков. В этом случае удобно пользоваться испытательной палочкой, описанной на стр. 183. Чтобы ускорить настройку контуров, рекомендуем подключить к приемнику на это время нормальную наружную антенну и заземление, а затем, выйдя на улицу или на балкон, окончательно подстроить контуры при походной антенне.

Закончив настройку контуров, закрепи шпульки катушек на каркасе капельками клея или лака, чтобы они не могли самопроизвольно передвигаться, и укрепи приемник в ящичке.

В приемник можно внести кое-какие изменения, дополнения. Так, например, вовсе необязательно, чтобы он был двухпрограммным. Зачастую, в походе вполне устраивает приемник с фиксированной настройкой на одну станцию. В этом случае приемник будет проще, так как отпадает надобность во втором контуре и переключателе.

Приемник может иметь две или даже три пары гнезд для включения телефонных трубок. Это позволит слушать передачи нескольким ребятам одновременно, если, разумеется, захватить с собой такое же количество головных телефонов. Дополнительные гнезда подключаются параллельно основным.

ТРЕХЛАМПОВЫЙ ПРИЕМНИК С ГРОМКОГОВОРИТЕЛЕМ

Теперь расскажем об устройстве более сложного батарейного приемника — трехлампового с динамическим громкоговорителем. Его принципиальную схему ты видишь на рис. 194. Он содержит каскад усиления высокой частоты, сеточный детектор с обратной связью и каскад усиления низкой частоты. Рассчитан этот приемник на прием радиостанций длинноволнового и средневолнового диапазонов.

В его усилителе высокой частоты работает лампа 1К1П ($Л_1$), в сеточном детекторе — также лампа 1К1П ($Л_2$) и в усилителе низкой частоты — лампа 2П1П ($Л_3$). Нити накала всех ламп, в том числе и половинки нити лампы 2П1П, соединены между собой параллельно и питаются от одной батареи. Цепи анодов и экранных сеток ламп также питаются от общей батареи.

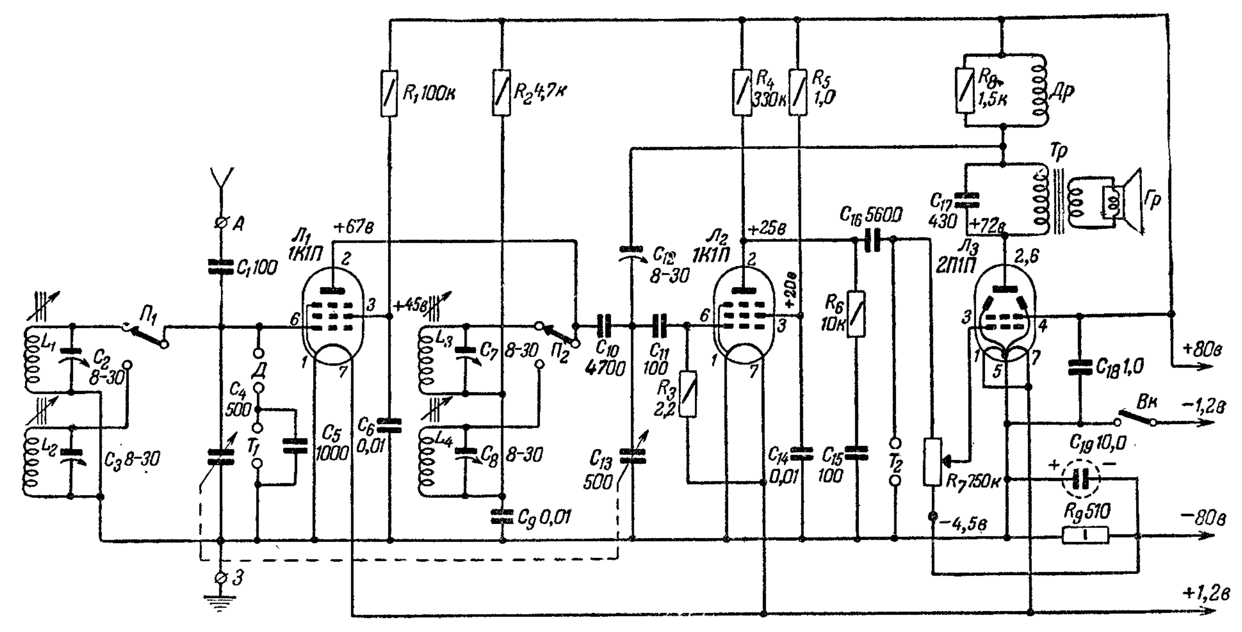


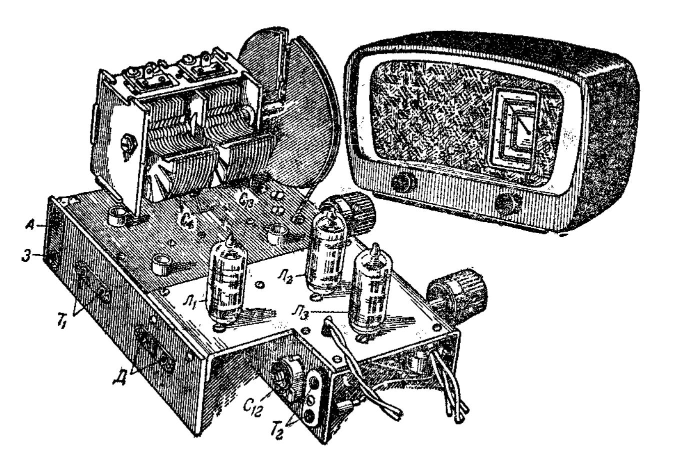
Рис. 194. Принципиальная схема трехлампового батарейного радиоприемника с динамическим громкоговорителем.

Модулированные колебания высокой частоты, возбуждаемые в антенне радиоволнами, через конденсатор C_1 поступают во входной контур приемника, включенный в цепь управляющей сетки лампы $Л_1$. При помощи переключателя $П_1$ в контур включается средневолновая катушка L_1 или длинноволновая катушка L_2. Плавная настройка контура на обоих диапазонах осуществляется конденсатором переменной емкости C_4. Возникшие в контуре колебания высокой частоты усиливаются лампой $Л_1$. В ее анодную цепь при помощи переключателя $П_2$ включается либо средневолновая катушка L_3, либо длинноволновая катушка L_4. Включенная катушка вместе с конденсатором переменной емкости C_{13} образует колебательный контур, настраиваемый на ту же частоту, что и входной контур. Когда во входной контур включается средневолновая или длинноволновая катушка, в анодную цепь лампы $Л_1$ также включается соответственно средневолновая или длинноволновая катушка. Наиболее сильные колебания в анодном контуре возникают лишь тогда, когда оба контура настроены в резонанс с частотой, принимаемой радиостанцией.

Анодный контур лампы усилителя высокой частоты одновременно входит в цепь управляющей сетки лампы $Л_2$ приемника. Эта лампа работает в режиме сеточного детектирования. В ее анодную цепь включено нагрузочное сопротивление R_4. Получающаяся на нем переменная составляющая низкой частоты через разделительный конденсатор C_{16} поступает на сопротивление регулятора громкости R_7, а с него — на управляющую сетку выходной лампы $Л_3$. Усиленные этой лампой колебания низкой частоты с помощью выходного трансформатора *Тр* подаются на громкоговоритель *Гр*.

Отрицательное напряжение на управляющую сетку лампы $Л_3$ подается через переменное сопротивление R_7 с сопротивления смещения R_9, по которому протекают токи анодов и экранных сеток всех ламп приемника. Сопротивление смещения заблокировано электролитическим конденсатором C_{19}. Конденсатор C_{18} блокирует анодную батарею для переменных составляющих анодных цепей ламп приемника. Сопротивления R_1, R_5 и конденсаторы C_6 и C_{14} — детали цепей экранных сеток первых двух ламп. Экранная сетка выходной лампы соединена непосредственно с плюсом анодной батареи. *Вк* — выключатель питания приемника.

Контурные катушки имеют высокочастотные магнитные сердечники. Они дают возможность изменять в некоторых пределах индуктивность катушек, что облегчает подстройку контуров в резонанс в конце каждого диапазона. Параллельно катушкам подключены подстроечные конденсаторы C_2, C_3 и C_7 и C_8. Они предназначены для подстройки контуров в резонанс в начале диапазонов.



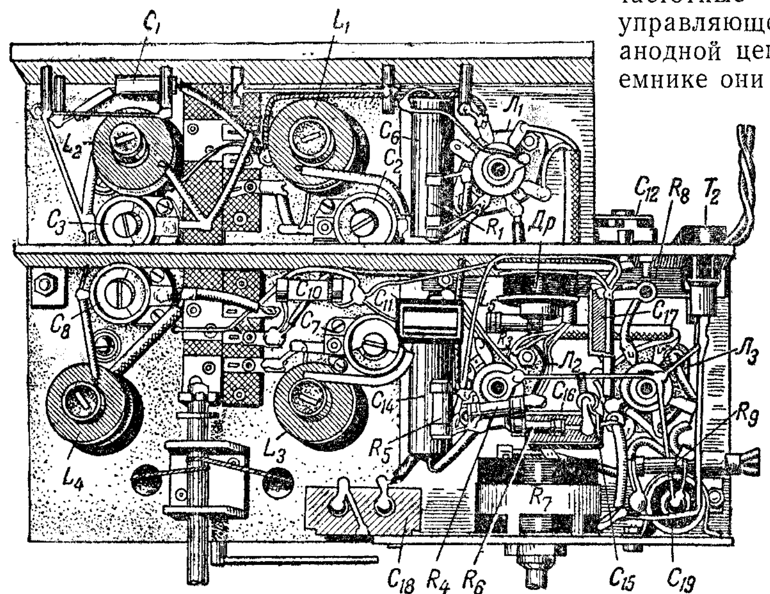


Рис. 195. Конструкция и монтаж трехлампового батарейного радиоприемника.

В анодную цепь лампы $Л_1$ между плюсом анодной батареи и катушками L_3 и L_4 включено сопротивление R_2, а между заземленным проводником и точкой соединения сопротивления R_2 с этими катушками — конденсатор C_9. Эти детали образуют так называемый развязывающий фильтр. Он препятствует проникновению колебаний высокой частоты в общую цепь питания анодов ламп и тем самым предупреждает самовозбуждение приемника. Такого фильтра не было ни в одном из предыдущих приемников, так как они по сравнению с этим приемником давали значительно меньшее усиление.

В цепь управляющей сетки лампы $Л_2$ постоянно включен конденсатор C_{10} емкостью 4700 *пф*. Он выполняет роль предохранителя на случай замыкания между обкладками конденсатора C_{13}. На настройку же контура он практически не оказывает никакого влияния, так как его емкость во много раз больше емкости конденсатора C_{13}. Без него приемник работать будет, но если обкладки конденсатора C_{13} случайно соединятся между собой, то анод лампы $Л_2$ окажется замкнутым на общий минус. От этого приемник перестанет работать, анодная батарея будет бесполезно разряжаться через сопротивление R_2.

В описываемом приемнике способ осуществления обратной связи значительно отличается от тех, о которых рассказывалось раньше. В предыдущих приемниках высокочастотные колебания подавались в контур управляющей сетки детекторной лампы из анодной цепи той же лампы. В этом же приемнике они подаются из анодной цепи выходной лампы. Для этой цели в анодную цепь выходной лампы последовательно с первичной обмоткой выходного трансформатора включен дроссель высокой частоты *Др*, шунтированный сопротивлением R_8. Высокочастотная составляющая анодного тока лампы $Л_3$ через конденсатор C_{12} подается в цепь сетки детекторной лампы. В остальном обратная связь работает так же, как и в предыдущих схемах.

Наивыгоднейшая величина обратной связи подбирается во время налаживания приемника изменением емкости конденсатора C_{12}. Цепочка, составленная из сопротивления R_6 и конденсатора C_{15}, обеспечивает постоянство обратной связи при всех настройках приемника.

Приемник имеет две пары гнезд для включения телефонных трубок T_1 и T_2. Сделано это для того, чтобы в целях экономии энергии батарей этот приемник можно было бы использовать так же, как двухламповый или как детекторный.

В первом случае телефонные трубки включаются в гнезда T_2, а лампа $Л_3$ удаляется из своей панельки. Во втором случае трубки включаются в гнезда T_1, а детектор — в гнезда *Д*; при этом батареи к приемнику присоединять не нужно.

Для питания накала ламп приемника можно использовать два соединенных параллельно элемента типа 6С или блок БНС-500.

Для питания анодных и экранных цепей нужна батарея, дающая напряжение 60—80 *в*, например БС-70, БАС-80. Питать приемник можно и от батарейного блока «Тула».

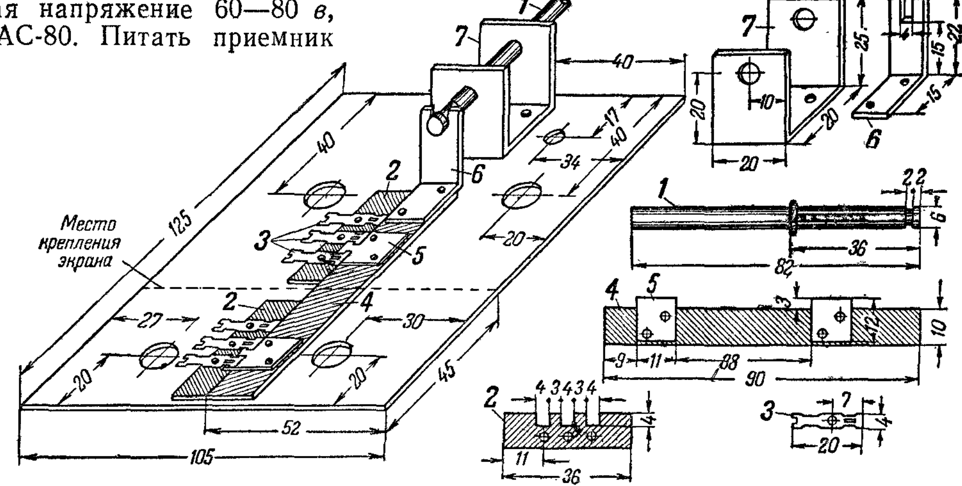


Рис. 196. Переключатель диапазонов и крепление его на панели.

Детали и монтаж. Расположение деталей, монтаж и общий вид готового приемника показаны на рис. 195. Шасси приемника состоит из четырех частей, соединенных при помощи болтиков и шурупов. Та часть горизонтальной панели, на которой укреплены конденсаторы переменной емкости, контурные катушки и переключатель диапазонов, изготовлена из текстолита или гетинакса толщиной 1—1,5 *мм*. Ее можно выпилить и из 2—3-миллиметровой фанеры, но такую панель надо пропитать парафином или покрыть лаком. Та же часть шасси, на которой размещены лампы, сопротивление R_7 и другие детали приемника, вырезана из листового алюминия или мягкой стали толщиной 1—1,5 *мм*. Снизу укреплена металлическая перегородка, разделяющая подвал шасси на две части; она служит экраном между высокочастотным и остальными каскадами приемника. Задняя стенка шасси сделана из фанеры. Общая длина шасси 190 *мм*, ширина 130 *мм*, высота 43 *мм*.

Размеры и разметка отверстий первой части горизонтальной панели шасси и устройство переключателя диапазонов приведены на рис. 196.

Переключатель диапазонов самодельный. Он монтируется на панели. Ось переключателя служит одновременно осью ручки настройки приемника. В панели просверлены четыре отверстия диаметром 12 *мм*, в которые плотно вставляются и вклеиваются каркасы контурных катушек. Для переключателя заготовь из текстолита, гетинакса или хорошо проклеенной березовой фанеры три планочки: две длиной по 34—36 *мм* (деталь *2*) и одну длиной 90 *мм* (деталь *4*). К коротким планочкам, сделав в них пропилы, как показано на рисунке, приклепай замыкающие контакты (деталь *3*) от испорченного переключателя, конструкция которого показана на рис. 186, или полоски, вырезанные из гартованной латуни (в крайнем случае из жести). Толщина контактных полосок 0,2—0,3 *мм*, длина 20 *мм*, ширина 4—5 *мм*. Вместе с контактами короткие планки приклепай или приклей к панели. К длинной планочке приклепай две замыкающие пластинки (деталь *5*), вырезанные из листовой латуни или жести, и угольник (деталь *6*), изготовленный из стали толщиной 0,3—0,4 *мм*. В угольнике сделай пропил для канавки оси переключателя. Ось переключателя (деталь *1*) можно сделать из толстого гвоздя. Скобу, удерживающую ось переключателя (деталь *7*), изготовь из мягкой стали толщиной 1—1,5 *мм*. Ось должна свободно вращаться в отверстиях скобы и в то же время продольно перемещаться вместе с длинной планочкой переключателя.

Переключатель действует так. Если потянуть ось на себя (рис. 195), то пластинки длинной подвижной планочки замкнут две пары контактов неподвижных планочек и включат средневолновые катушки. Если же нажать на ось, длинная планочка передвинется обратно и ее замыкающие пластинки включат длинноволновые катушки. Чтобы избежать бокового смещения подвижной планочки переключателя, в экране шасси сделан пропил, устраняющий это смещение. Для ограничения же продольного движения оси на нее между угольником и скобой напаяно проволочное колечко.

Устройство и размеры металлической части шасси и экрана показаны на рис. 197.

Для плавной настройки контуров используется сдвоенный блок конденсаторов переменной емкости. На его оси укреплен шкив механизма настройки приемника (рис. 198).

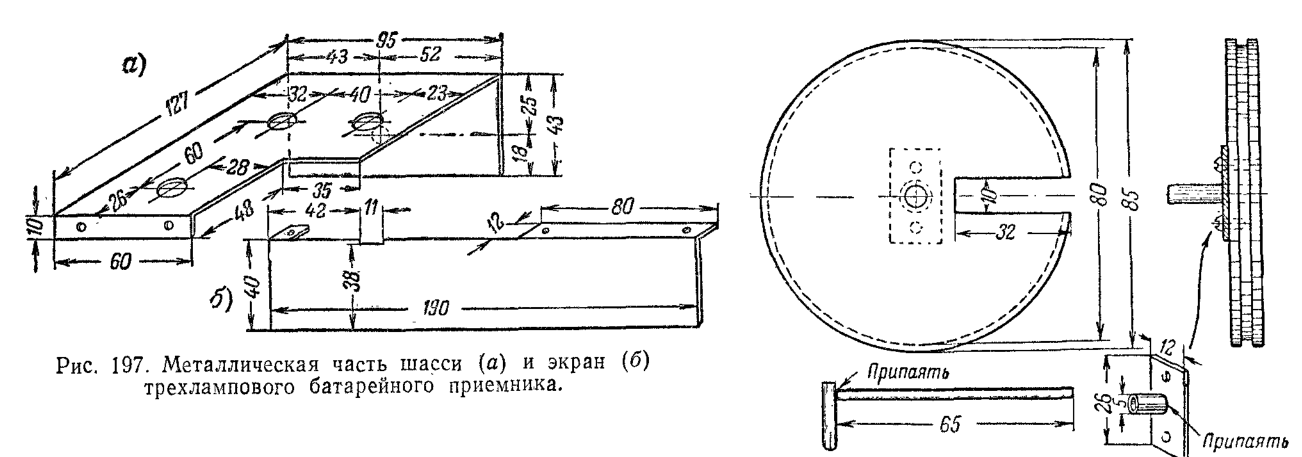


Рис. 197. Металлическая часть шасси (*а*) и экран (*б*) трехлампового батарейного приемника.

Рис. 198. Шкив для оси блока конденсаторов настройки.

Шкив состоит из двух кружков диаметром 85 *мм* и одного кружка диаметром 80 *мм*. Выпили их из толстой фанеры и склей столярным клеем так, чтобы меньший кружок находился в середине. Высуши шкив под грузом, чтобы он не коробился. В центре шкива просверли отверстие, в которое туго должна входить ось блока конденсаторов, а по радиусу сделай пропил для пружинки, натягивающей тросик.

Со стороны диска, противоположной блоку конденсаторов, привинти стальную пластинку с припаянной к ней трубочкой диаметром около 5 *мм*. В трубочку вставь укороченную ножку от штепсельной вилки с припаянным к ней кусочком медного провода толщиной 1—1,5 *мм*, выполняющим роль стрелки шкалы настройки приемника. Передача вращения с оси настройки на шкив осуществляется при помощи рыболовной лески (желательно капроновой) или прочного, но тонкого шнура.

Контурные катушки приемника самодельные. Об их устройстве мы рассказали в предыдущей беседе (рис. 164).

Устройство дросселя высокой частоты *Др* показано на рис. 199. Его каркасом служит картонная трубка диаметром 12 *мм* — такая же, как и для катушек. Приклей к ней на расстоянии 10—12 *мм* друг от друга два картонных кольца. Между кольцами намотай «внавал» 400—500 витков провода ПЭЛ 0,15—0,2. Дроссель укрепи на небольшой текстолитовой или фанерной планке. На ней же укрепи два жестяных лепестка. К ним припаяй концы обмотки дросселя и сопротивление R_8. Планку с дросселем и сопротивлением укрепи к экрану панели приемника.

Выходной трансформатор *Тр* можно взять заводского производства или изготовить самому. Для самодельного трансформатора нужен сердечник с площадью поперечного сечения 2,5—3 *см*². Его первичная обмотка должна содержать 3 500 витков провода ПЭЛ 0,1—0,12, а вторичная — 80 витков провода ПЭЛ 0,4—0,6. Трансформатор укрепи на доске рядом с электродинамическим громкоговорителем с постоянным магнитом типа 1-ГД-1 или ему подобным.

Величины сопротивлений и емкости конденсаторов указаны на принципиальной схеме (рис. 194). Подстроечные конденсаторы могут быть любого типа, в том числе и самодельные. Электролитический конденсатор C_{19} на рабочее напряжение 10—20 *в*. Он крепится к панели так же, как аналогичный конденсатор в приемнике, описанном на стр. 140. Переменное сопротивление R_7 — типа ТК. Его выключатель используется для включения питания накала лампы (*Вк*). Все детали должны быть прочно укреплены на шасси и надежно соединены между собой. Участки проводов, близко расположенные к металлическим частям шасси или пропускаемые через экран, должны быть изолированы. Батареи подключаются к приемнику при помощи четырех гибких проводников.

Ящик приемника можно сделать из фанеры толщиной 8—10 *мм*. Шкалу настройки можно начертить на листе бумаги и наклеить на переднюю стенку ящика. Держатель стрелки шкалы вставляется в трубочку шкива через отверстия в шкале и передней стенке ящика.

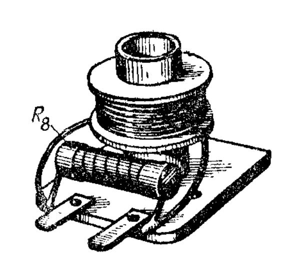


Рис. 199. Дроссель высокой частоты.

Налаживание. Наладить приемник надо до того, как он будет

установлен в ящик. Прежде всего необходимо тщательно проверить монтаж приемника по принципиальной схеме. Только после этого можно вставить в него лампы и подключить к нему батарею. Если имеется высокоомный вольтметр, надо проверить напряжение на электродах ламп. Их величины, измеренные по отношению к заземленному проводнику, указаны на принципиальной схеме приемника. Напряжение смещения, подаваемое на управляющую сетку лампы $Л_3$, измеряется на сопротивлении R_9. Если полученные напряжения значительно будут отличаться от указанных на схеме, измени величины сопротивлений, влияющих на эти напряжения (R_1, R_2, R_4, R_5, R_9).

Установив нормальный режим, подключи к приемнику антенну и заземление и настрой его на какую-либо радиостанцию, работающую в начале какого-либо диапазона. При помощи подстроечных конденсаторов, включенных параллельно катушкам этого диапазона, добейся наибольшей громкости приема. Затем настрой приемник на радиостанцию, работающую в конце того же диапазона, и, вращая сердечники катушек, также добейся наибольшей громкости приема. Подобным же способом подстрой в резонанс контуры другого диапазона. После этого установи емкость конденсатора обратной связи C_{12} такой, при которой приемник близок к порогу генерации. Вращая ручку настройки, проверь, не возникает ли генерация в начале и конце каждого диапазона. Если на некоторых участках диапазонов генерация появляется, надо практическим путем подобрать величины сопротивлений R_6 и R_8 и емкость конденсатора C_{12}, изменяя их величины в пределах 25—30%.

При налаживании приемника попробуй изменять емкость конденсатора C_1. При уменьшении его емкости громкость приема несколько снижается, но зато улучшается избирательность приемника.

Какие изменения можно внести в схему и конструкцию этого приемника? Скажем только о наиболее существенных. Без каких-либо изменений в схеме и монтаже лампы 1К1П можно заменить лампами 1К2П, а лампу 2П1П — лампой 2П2П. С таким комплектом ламп приемник будет меньше потреблять энергии от батарей. В приемнике можно использовать и двухвольтовые батарейные лампы старого типа. Лампы 1К1П могут быть заменены лампами 2К2М или 2Ж2М, а лампа 2П1П — лампой СО-244. В этом случае заменяются ламповые панельки и изменяется монтажная схема приемника, так как указанные лампы имеют иную цоколевку. Нити накала этих ламп нужно питать от батареи с напряжением 2,5—3 *в*, включая в цепь накала реостат с сопротивлением 15—20 *ом*.

Вместо громкоговорителя 1-ГД-1 можно использовать любой абонентский громкоговоритель, в том числе типа «Рекорд». Последний включается непосредственно в анодную цепь выходной лампы; выходной трансформатор при этом не нужен.

Вместо сдвоенного блока конденсаторов переменной емкости можно использовать два одинарных конденсатора одинаковой емкости с твердым или воздушным диэлектриком, укрепив их на шасси рядом. При этом приемник будет иметь две ручки настройки. Управление приемником с двумя отдельными конденсаторами несколько усложнится, но качество его работы не ухудшится.

Если у тебя есть только один конденсатор переменной емкости, то вход приемника придется сделать ненастраивающимся, как это сделано в походном приемнике. При этом нужно исключить из схемы катушки L_1 и L_2, подстроечные конденсаторы C_2 и C_3, конденсатор C_4 и переключатель $П_1$, а в цепь управляющей сетки лампы $Л_1$ включить сопротивление величиной 1—1,5 *Мом*. В этом случае настраивать приемник будешь только конденсатором переменной емкости C_{13} второго контура. Избирательность такого приемника несколько хуже, чем двухконтурного.

Можно изменить и схему обратной связи, применив в приемнике один из тех ее вариантов, которые рекомендовались для однолампового приемника, т. е. с катушкой обратной связи, связанной индуктивно с контурными катушками. В этом случае катушка обратной связи будет состоять из двух секций, намотанных рядом с катушками L_3 и L_4. Средневолновая секция катушки обратной связи должна иметь 60—80 витков провода ПЭЛ 0,18—0,2, а длинноволновая секция — 100—120 витков того же провода. Секции соединяются последовательно. Регулятор обратной связи — переменное сопротивление или конденсатор переменной емкости — укрепи на передней стенке панели.

Если тебе не удастся достать высокочастотных магнитных сердечников, то число витков катушек надо будет увеличить примерно на одну треть. Более точно индуктивность катушек придется подгонять во время налаживания приемника путем увеличения или уменьшения числа их витков. Как это делать, мы подробно расскажем в двадцать шестой беседе. Тогда же дадим и некоторые другие советы по налаживанию приемников прямого усиления.

Беседа двадцать вторая

ГАЛЬВАНИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ И БАТАРЕИ

В начале книги, во время четвертой беседы, мы рассказали об устройстве самого простого гальванического элемента, в котором электродами служат разнородные металлические пластинки, а электролитом — раствор кислоты. Такие элементы имеют два недостатка. Первый недостаток заключается в том, что в элементе имеется едкая жидкость. Ее можно пролить или расплескать, особенно при переноске элемента с места на место. Второй недостаток — заметное влияние на работу элемента — явление поляризации. Это явление заключается в следующем: в результате непрерывного разложения электролита током, протекающим внутри элемента, на положительном электроде оседают в виде пузырьков положительные ионы водорода, образуя на нем газовую пленку, препятствующую движению электрических зарядов.

Оба эти недостатка устранены в сухих элементах.

СУХОЙ ЭЛЕМЕНТ

Внешний вид и устройство сухого элемента, который используют для питания накала ламп, показаны на рис. 200. Его цинковая коробка, прямоугольной формы или круглая, является отрицательным электродом. Внутри коробки находится круглый угольный стержень — положительный электрод. Он окружен деполяризатором — спрессованной смесью порошкообразного графита и двуокиси марганца, богатой кислородом. Деполяризатор вместе с угольным стержнем помещен в матерчатом мешочке. Свободное пространство между деполяризатором и стенками цинковой коробки заполнено пастообразным электролитом — раствором нашатыря с примесью крахмала или муки.

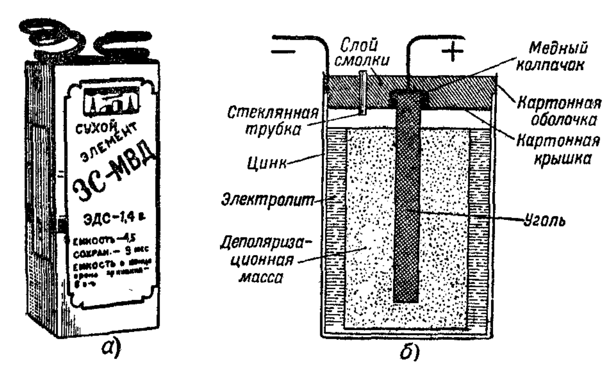


Рис. 200. Сухой элемент.
а — общий вид; б — внутреннее устройство.

Цинковая коробка элемента заключена в картонную оболочку, пропитанную парафином. Сверху она закрыта картонной крышкой и залита смолкой. Сквозь смолку проходит тонкая стеклянная трубочка для выхода газов, выделяющихся вследствие химических реакций внутри элемента. Выводы от электродов сделаны гибкими изолированными проводниками.

При работе элемента, а работает он так же, как и элемент с жидким электролитом, выделяющийся водород химически соединяется с кислородом, содержащимся в молекулах двуокиси марганца. В результате этой реакции образуется вода и газовая пленка на положительном электроде не получается.

Такие элементы называют сухими элементами с марганцевой деполяризацией.

Широкое распространение получили элементы с марганцево-воздушной деполяризацией. По своему устройству они почти не отличаются от обычных элементов с марганцевой деполяризацией. Но у них явление поляризации устраняется как при помощи кислорода, содержащегося в двуокиси марганца деполяризатора, так и кислородом воздуха, поступающего внутрь элемента через «дыхательное» отверстие. Благодаря такой усиленной деполяризации элементы с марганцево-воздушной деполяризацией могут давать в несколько раз больший ток, чем таких же размеров элементы с марганцевой деполяризацией.

Сухие элементы всегда готовы к действию и работают до тех пор, пока от действия химической реакции не разрушится цинковый электрод и не изменят химический состав электролит и деполяризатор.

Бывают так называемые водоналивные элементы, очень похожие на сухие. Эти элементы, перед тем как ими пользоваться, заливаются дистиллированной, дождевой или остуженной кипяченой водой. Они также пригодны для питания накальных цепей приемника.

Элементы, из которых составляют батарейки для карманного фонаря и анодные батареи, отличаются от накальных в основном лишь размерами и формой стаканчика.

Устройство элемента батарейки для карманного электрического фонаря показано на рис. 201. Его отрицательным электродом является цинковый цилиндрик с донышком, а

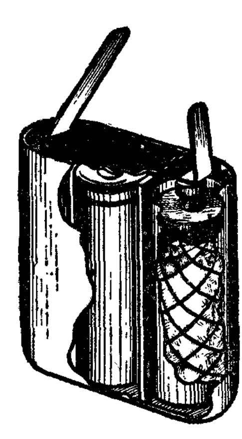


Рис. 201. Устройство батарейки для карманного фонарика.

положительным — угольный стержень, помещенный в полотняный мешочек, наполненный деполяризатором. Пустоты заполнены электролитической пастой. Сверху элемент залит слоем смолки. Также устроены элементы многих анодных батарей.

В некоторых анодных батареях применяются так называемые галетные элементы прямоугольной формы с закругленными углами (рис. 202). Отрицательным электродом такого элемента служит цинковая пластинка, а положительным является деполяризатор — масса из смеси двуокиси марганца и графита, обвернутая тонкой бумагой. Между электродами имеется картонная прокладка. Галета пропитывается электролитом и прочно стягивается тонкой пленкой эластичного пластиката. Отдельные галеты укладываются одна на другую в виде столбика. В результате получается батарея из последовательно соединенных галет. Их пластикатовые пленки плотно прилегают своими краями — получается сплошная оболочка столбика, предохраняющая от испарения воды из электролита; э. д. с. каждого такого элемента около 1,5 *в*. Число элементов в батарее зависит от напряжения, которое она должна давать.

СОЕДИНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ В БАТАРЕЮ

Одиночные элементы, предназначенные для питания цепей накала, иногда приходится соединять в батареи. Это дает возможность получить большее напряжение или бо́льший ток, чем может дать один элемент. Последо-

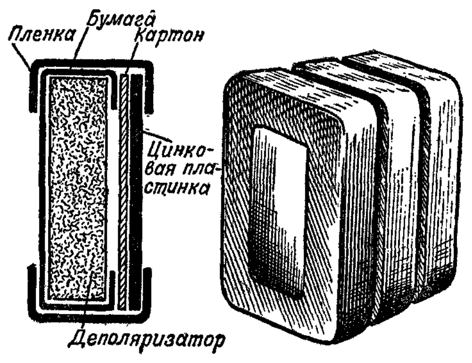


Рис. 202. Элемент галетного типа.

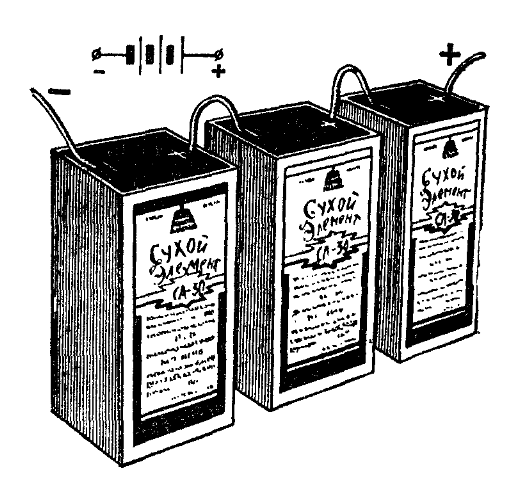


Рис. 203. Последовательное соединение элементов в батарею.

вательное соединение элементов в батарею показано на рис. 203. Здесь положительный полюс правого элемента будет плюсом батареи, а отрицательный полюс левого элемента — минусом батареи. При таком соединении элементов напряжение батареи равно сумме напряжений всех входящих в нее элементов. Если, например, соединить последовательно три элемента, каждый из которых дает напряжение 1,3 *в*, то напряжение батареи будет 3,9 *в*. От такой батареи можно будет брать ток величиной не больше, чем может дать каждый в отдельности взятый элемент.

Когда нужно получить больший ток, чем может дать один элемент, элементы соединяются в батарею параллельно (рис. 204). Для этого надо соединить вместе одноименные полюса и сделать от скруток выводы, которыми батарея будет подключаться к радиоприемнику. Такая батарея может дать во столько раз больший ток, чем один элемент,

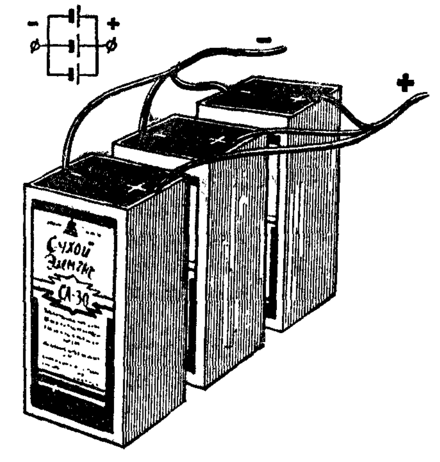


Рис. 204. Параллельное соединение элементов в батарею

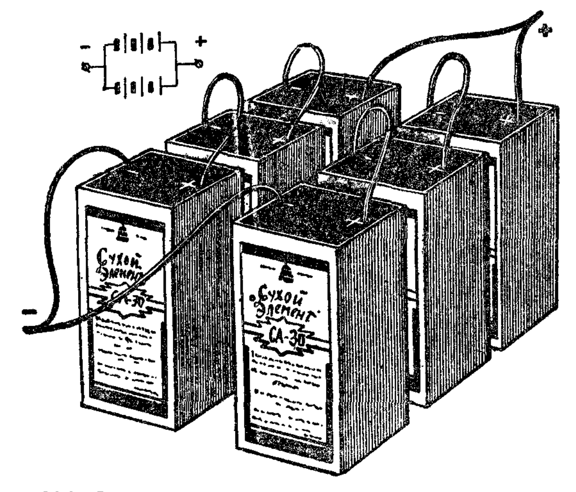


Рис. 205. Смешанное соединение элементов в батарею.

сколько элементов соединено в батарею. Если, например, один элемент может отдавать ток в 0,1 *а*, а требуется ток 0,5 *а*, нужно параллельно соединить пять таких элементов. Напряжение такой батареи равно напряжению одного элемента.

Иногда требуется одновременно увеличить и напряжение и ток. В таких случаях прибегают к смешанному соединению элементов в батарею: элементы сначала соединяются последовательно в группы до требуемого напряжения, а затем эти группы соединяют между собой параллельно (рис. 205). Возможен и другой способ смешанного соединения элементов: сначала элементы соединяются параллельно по нескольку штук в группе, а потом уже эти группы соединяются между собой последовательно.

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ И БАТАРЕИ

Наша промышленность выпускает много различных типов элементов и батарей. Внешне одиночные элементы отличаются друг от друга размерами, формой, а внутреннее устройство их почти одинаково. Батареи же представляют собой блоки соединенных между собой элементов. Есть блоки, объединяющие по две батареи, например накальную и анодную, и даже по три батареи: накальную, анодную и сеточную. Такие блоки предназначаются для питания экономичных батарейных приемников.

На картонной коробке одиночного элемента или батареи всегда имеется этикетка с наименованием и краткой характеристикой данного источника тока.

Самые малые по размерам и емкости одиночные элементы имеют в своих наименованиях цифру 1, а самые большие — цифру 6. После этой цифры обычно стоит буква С, что означает сухой элемент с марганцевой деполяризацией. Элементы с марганцево-воздушной деполяризацией имеют в своих наименованиях буквы МВД.

После этих букв цифрами указывается емкость элемента, выраженная в ампер-часах. Например, название элемента 6-С-МВД-150 расшифровывается так: размер шестой, сухой, марганцево-воздушной деполяризации, емкость 150 *а-ч*.

Наименования анодных батарей начинаются с букв БАС, что означает: батарея анодная сухая. Наименования батарей накала начинаются с букв БНС — батарея накальная сухая, а батареек для карманного фонарика с букв КБС — карманная батарейка сухая. Батареи из элементов галетного типа имеют в наименовании еще букву Г, например БАС-Г. Буква Л в наименовании батареи или элемента обозначает летний, буква Х — холодостойкий, а буква У — универсальный. Летний источник тока рассчитывается для работы в летних условиях, холодостойкий может работать на морозе, а универсальный при температурах от минус 50 до плюс 60° С.

В наименования анодных батарей, кроме того, обычно входят рабочее напряжение и емкость. Например, БАС-80-У-1,0 обозначает: батарея анодная сухая, напряжением 80 *в*, универсальная, емкостью 1 *а-ч*. В наименования накальных батарей обычно входит только величина электрической емкости, например БНС-МВД-400.

На рис. 206 показан внешний вид батареи накала БНС-МВД-500. Она состоит из 12 параллельно соединенных сухих элементов цилиндрической формы, помещенных в общем картонном футляре. Анодную батарею типа БАС-80-У-1,0 ты видишь на рис. 207. Эта батарея состоит из 60 соединенных последовательно маленьких сухих элементов цилиндрической формы, помещенных в общую картон-

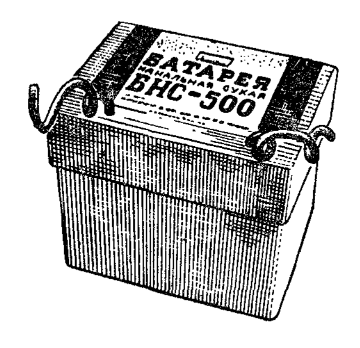


Рис. 206. Батарея накала типа БНС-500.

ную коробку. У нее, так же как у многих анодных батарей, имеются промежуточные выводы, дающие возможность получать меньшие напряжения, чем она может дать. Анодные батареи галетного типа по внешнему виду почти не отличаются от обычных батарей.

Сейчас вводится новая система наименования гальванических элементов и батарей. При этой системе наименование элемента или батареи также состоит из ряда цифр и букв, но они подчас имеют несколько иное значение и расположение. Так, например, накальный элемент 6-С-МВД-150 теперь будет обозначаться так: 1,3-НВМЦ-150, а анодная батарея БАС-80-У-1,0 так: 102-АМЦ-У-1,0. Здесь первая группа цифр указывает начальное напряжение в вольтах, последняя — начальную емкость в ампер-часах. Одна или несколько букв, стоящих за первой группой цифр, являются сокращенным обозначением назначения элемента или батареи: А — анодная, Н — накальная, Ф — фонарная, АН—анодно-накальная, АС — анодно-сеточная, СА — слуховая (для питания слухового аппарата) анодная, СН — слуховая накальная, АНС — анодно-накально-сеточная. Следующие одна или две буквы характеризуют систему деполяризации: М — марганцевая, ВМ — воздушно-марганцевая, ВД или В — воздушная. Буква Ц означает, что отрицательные электроды элементов цинковые. Затем может стоять буква Г — элементы галетного типа, и буква Ч — элементы чашечкового типа. Батареи из элементов стаканчикового типа дополнительных букв в наименовании не имеют. Далее может быть буква Х — холодостойкий или буква У — универсальный источник тока. Летние элементы и батареи в своих наименованиях этих букв не имеют.

Для примера расшифруем наименования тех источников тока, о которых мы сейчас упомянули. Наименование элемента 1,3—НВМЦ-150 расшифровывается так: начальное напряжение 1,3 *в* (первая группа цифр), накальный (буква Н), воздушно-марганцевой деполяризации (буквы ВМ), отрицательный электрод цинковый (буква Ц), летний (нет буквы, характеризующей температурные условия), начальная емкость 150 *а-ч* (последняя группа цифр). Наименование 102-АМЦГ-У-1,2 означает: батарея с начальным напряжением 102 *в*, анодная, марганцевой деполяризации с цинковым отрицательным электродом, галетная, универсальная, начальная емкость 1,2 *а-ч*.

В наименовании некоторых батарей после цифр емкости может стоять буква «п», например 1,2-НВМЦ-525 п. Она означает, что выводные провода батареи подведены к панельке, в которую вставляется переходная колодочка шланга питания.

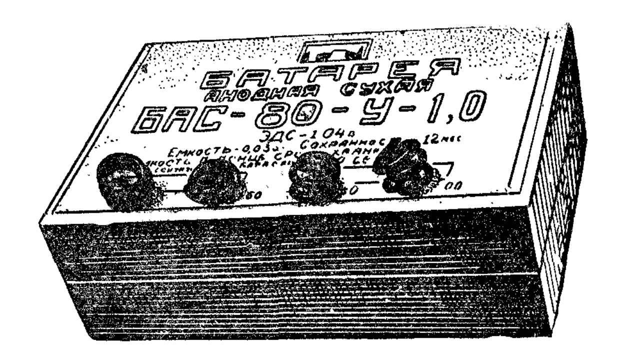


Рис. 207. Анодная батарея.

Тебе, вероятно, придется сталкиваться и со старой и с новой системами обозначений элементов и батарей.

Справочную таблицу основных данных наиболее распространенных гальванических элементов и батарей, выпускаемых нашей промышленностью, ты найдешь в конце книги (приложение 6). В ней указываются новые и старые наименования элементов и батарей. В третьей графе приведены торговые названия некоторых батарей. Они обычно соответствуют наименованиям тех приемников, для питания которых предназначены: «Малыш» (анод) — для питания анодных цепей приемника «Малыш», «Слух» — для питания слухового аппарата «Слух», «Тула» — для приемника «Луч» (раньше он назывался приемником «Тула»).

В шестой графе таблицы указываются минимальные сопротивления цепей, на которые рекомендуется разряжать тот или иной источник тока. По этим величинам сопротивлений можно судить о допустимых разрядных токах, при которых элементы и батареи наиболее эффективно отдают свои емкости. Элементы 1,3-НВМЦ-150, например, рекомендуется подключать к цепи с сопротивлением не менее 5 *ом*. В этом случае свежий элемент будет (по закону Ома) отдавать цепи ток, равный 0,26 *а* $\left(I=\frac{1,3}{5}\right)$, т. е. 260 *ма*. Если его разряжать большим током, подключив, скажем, к цепи с меньшим сопротивлением, чем 5 *ом*, он не отдаст всей своей емкости.

В последней графе таблицы указаны сроки сохранности элементов и батарей. Имей в виду, что к концу этих сроков напряжения и емкости источников тока за счет саморазряда снижаются примерно на 15—20%.

ВЫБОР ЭЛЕМЕНТОВ И БАТАРЕЙ

При выборе комплекта элементов и батарей для питания приемника исходи из необходимых для него рабочих напряжений и токов, потребляемых анодными и накальными цепями приемника.

Требуемые напряжения источников питания указываются в описаниях приемников, токи накала, анодные токи и токи экранных сеток ламп можно найти в таблице режимов ламп (см. приложение 1).

Суммарные токи, потребляемые приемником от анодной и накальной батарей, можно приблизительно подсчитать по упомянутой таблице. Допустим, что нам надо выбрать батареи для питания трехлампового приемника, в котором работают две лампы 1К1П и одна лампа 2П1П, собранного по схеме, помещенной на стр. 145.

Из таблицы узнаем, что анодный ток лампы 1К1П при анодном напряжении 90 *в* и напряжении на экранной сетке 45 *в* равен 1,8 *ма*, а ток экранной сетки 0,65 *ма*. Следовательно, суммарный ток, потребляемый одной лампой 1К1П от анодной батареи в указанном режиме, равен 2,45 *ма*. Но на аноде лампы 1К1П, работающей в каскаде усиления высокой частоты, напряжение ниже указанного в таблице. Поэтому ток, потребляемый этой лампой от анодной батареи, будет несколько меньше.

Если в анодную цепь лампы включено большое сопротивление, ее анодный ток всегда значительно меньше, указанного в таблице. Ты не сделаешь большой ошибки в общем расчете, если вычислишь анодный ток лампы 1К1П детекторного каскада по закону Ома, разделив анодное напряжение на величину сопротивления, включенного в анодную цепь этой лампы. Так же можно вычислить и ток в цепи ее экранной сетки.

В общем суммарный ток, потребляемый лампой детекторного каскада от анодной батареи, будет меньше 0,5 *ма*.

Анодный ток лампы 2П1П при напряжениях на аноде и на экранной сетке по 90 *в* и при смещении на управляющей сетке — 4,5 *в* по данным таблицы равен 9,5 *ма*, а ток экранной сетки 2,2 *ма*. Следовательно, ток, потребляемый лампой 2П1П от анодной батареи в этом режиме, будет 11,7 *ма*. Общий ток, потребляемый от этой батареи приемником, составит по расчету примерно 14 *ма*.

Фактически ток, потребляемый анодно-экранными цепями приемника от анодной батареи, не будет превышать 10—12 *ма*.

Токи накала ламп 1К1П по 60 *ма*, а ток накала лампы 2П1П (половинки нити соединены параллельно) 120 *ма*. Таким образом, общий ток, потребляемый приемником от батареи накала, будет равен 240 *ма*.

Исходя из этих приблизительных расчетов, для питания данного радиоприемника из анодных батарей по разрядному току подходит любая батарея, кроме батарей, предназначенных для слуховых аппаратов. Из батарей накала по напряжению и разрядному току наиболее подходящей является БНС-МВД-500 (1,28-НВМЦ-525) или БНС-МВД-400 (1,28-НВМЦ-525п). Можно взять два элемента 6-С-МВД-150 (1,3-НВМЦ-150) и соединить их параллельно, получится батарея, допускающая разрядный ток 240 *ма*.

Точно так же подбирается нужный комплект источников тока для питания других радиоконструкций.

Когда батареи выбраны, можно произвести ориентировочно расчет, сколько времени они будут работать. Допустим, что для питания того же трехлампового приемника используется анодная батарея БАС-Г-80-У-2-1 и батарея накала из двух элементов 6-С-МВД-150. Если считать, что приемник потребляет от анодной батареи ток 10 *ма* (0,01 *а*) и от батареи накала ток 240 *ма* (0,24 *а*), то анодная батарея сможет работать 2,1 : 0,01 = 210 *ч*, а накальная 300 : 0,24 = 1 250 *ч*.

ОБРАЩЕНИЕ С БАТАРЕЯМИ

Батареи и элементы рекомендуется устанавливать в сухом, прохладном месте, возможно ближе к приемнику, оберегать их от ударов и сильных толчков. При высокой температуре окружающего воздуха элементы и батареи могут быстро высохнуть. В сырых помещениях изоляция батареи и элементов снижается, а это приводит к саморазряду их.

Когда приемником не пользуешься, отключай от него батареи.

Никогда не испытывай годность элементов или батарей «на искру». Такие испытания значительно снижают запас энергии в элементе или батарее.

Присоединяя батареи к приемнику, внимательно следи за тем, чтобы не перепутать выводы батарей накала и анода. Если в цепь накала ламп случайно будет включена анодная батарея, то нити накала ламп приемника мгновенно перегорят. Чтобы избежать этой неприятности, у зажимов питания приемника делай пометки, к какому из них какое напряжение присоединяется, а на концы проводников, присоединяемых к батареям, подвешивай картонные бирки с пометками величин напряжений и их полярности.

Батареи, питающие приемник, полезно поместить в фанерный ящик. На нем укрепи лам-

повую панельку, к гнездам которой припаяй выводы полюсов батарей. Возьми цоколь от неисправной радиолампы и с внутренней его стороны к штырькам припаяй проводники, идущие к приемнику. Цоколь внутри залей варом или смолой. Вставляя цоколь в панельку батареи, ты всегда безошибочно подключишь их к приемнику.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАЗРЯЖЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Часто сухой элемент перестает давать ток из-за высыхания в нем электролита. Такой элемент можно «оживить». Для этого в его верхней смоляной заливке просверли два отверстия и через одно из них налей в элемент воды. Если стакан цинкового электрода в элементе не разъеден, то он не будет пропускать воду, в элементе образуется электролит, элемент снова будет давать ток. Доливку воды можно делать несколько раз, пока не разрушится цинковый стакан.

Если эта попытка не увенчается успехом, то сухой элемент можно разобрать и изготовить из его электродов «мокрый» элемент. Для этого нужно удалить смоляную заливку и картонную оболочку элемента, осторожно отделить цинковый электрод, стараясь не оторвать проводничок от угольного стержня, очистить электроды от остатков высохшего электролита и тщательно промыть их в теплой воде. Чтобы легче было разбирать элемент, его можно предварительно на 10—15 *мин* погрузить в горячую воду. Если цинк трудно отделяется от мешочка с деполяризатором, цинк можно разрезать.

Для «мокрого» элемента полностью используют положительный электрод с деполяризатором, а у цинкового стакана (коробки) отрезают донышко. Если отрицательный электрод сильно разъеден, его надо заменить новым, вырезав его из листового цинка (оцинкованное железо непригодно). К этому электроду нужно припаять выводной проводник или разрезать цинк вдоль одного края и отогнуть вверх полоску. К ней нужно припаять или крепко прикрутить проводник. В качестве сосуда для элемента используется любая хорошо промытая стеклянная, фарфоровая или глиняная банка. Металлические сосуды не годятся. Мешочек с положительным электродом обертывается снизу и сверху резиновыми полосками, например отрезанными от негодной велосипедной или волейбольной камеры, и ставится внутрь отрицательного электрода (рис. 208). После этого оба электрода помещаются в сосуд и заливаются электролитом так, чтобы его уровень не доходил до верхнего края отрицательного электрода примерно на 10 *мм*.

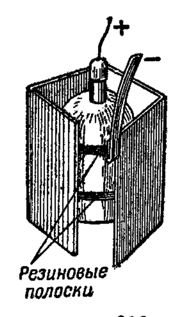


Рис. 208. Сборка мокрого элемента.

Электролит представляет собой раствор нашатыря или поваренной соли в дождевой, дистиллированной или в крайнем случае в кипяченой охлажденной воде. На один стакан воды надо брать 25—30 *г* нашатыря или поваренной соли. Чтобы колпачок угольного электрода и вывод от цинка не окислялись, их надо смазать вазелином, воском или покрыть каким-либо лаком.

Хранить «мокрые» элементы лучше всего в шкафчике или специальном ящике, оберегая от пыли и расплескивания электролита.

Восстановленные таким способом элементы работают обычно в два раза меньше времени, чем новые сухие элементы. Их разрядный ток также меньше, чем у свежего сухого или водоналивного элемента.

САМОДЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ И БАТАРЕИ

Наиболее простыми, доступными для самостоятельного изготовления являются так называемые медно-цинковые элементы. Положительными электродами таких элементов служат медные пластинки или спирали, отрицательными электродами—цинковые или свинцовые пластинки или цилиндрики, а электролитами — растворы медного и цинкового купоросов. Величина тока, которым можно разряжать такой элемент, зависит от его размеров: чем больше элемент, тем больший ток он может дать. Элемент, собранный в полулитровом сосуде, дает ток около 40 *ма*, а в сосуде емкостью 1 *л* — в два раза больший ток. Независимо от размеров элемент дает напряжение, не превышающее 1 *в*. Соединяя элементы в батарею, можно получить больший ток при большем напряжении.

Элементы накала собираются в прозрачных стеклянных сосудах, в качестве которых можно использовать стеклянные банки из-под консервов или бутылки с отрезанными горлышками. Сделать стакан из бутылки можно следующим способом. Бутылку на нужной высоте оберни тонким шнурком (веревкой), предварительно смоченным бензином или керосином, и подожги его. Дав шнурку немного погореть, чтобы над ним прогрелось стекло, бутылку быстро опусти в холодную воду. Стекло бутылки треснет по линии шнурка, и верхняя ее часть с горлышком отвалится. Острые края полученного стакана зашлифуй точильным камнем или кирпичом.

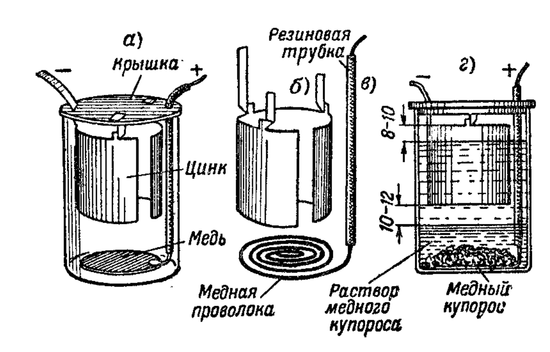


Рис. 209. Самодельный медно-цинковый элемент для батареи накала.

Устройство элемента для батареи накала и его детали показаны на рис. 209. На дне сосуда находится положительный электрод — кружок, вырезанный из листовой меди, или спираль из голой медной проволоки диаметром 1—1,5 *мм* (рис. 209,*в*). На вывод этого электрода надета резиновая трубочка или он покрыт слоем смолы или вара. Над положительным электродом расположен цинковый незамкнутый цилиндр — отрицательный электрод элемента. Он укреплен на крышке сосуда и также имеет вывод. Сосуд элемента наполнен электролитом.

Отрицательный электрод изготовь из листового цинка (не путай с оцинкованной сталью) толщиной 0,8—1 *мм*. Сначала из цинка вырежь прямоугольник такого размера, чтобы свернутый в неполный цилиндр он был немного меньше внутреннего диаметра сосуда и его нижний край не доходил до дна на 40—45 *мм*. С одной стороны пластинки сделай прорезы так, чтобы получились три лапки — отростка. Затем пластинку сверни на круглой болванке в цилиндр (рис. 209,*б*). Отростки цилиндра продень через прорезы в крышке и с внешней стороны отогни. Рекомендуем по имеющейся банке сделать сначала картонный шаблон с лапками, а уже по нему вырезать из цинка электрод.

Крышку элемента можно сделать из двух фанерных кружков разных диаметров; один из них должен быть равен внутреннему, а другой — внешнему диаметру сосуда.

Когда элемент собран, насыпь на его положительный электрод 20—30 *г* медного купороса (в кристаллах). В 1 *л* дистиллированной или дождевой воды раствори 100 *г* глауберовой или поваренной соли. Этим электролитом наполни сосуд. Уровень электролита должен на 8—10 *мм* не доходить до верхнего края цинкового электрода (рис. 209,*г*). Через некоторое время медный купорос растворится и жидкость на дне станет синей.

Чтобы элемент привести в действие, замкни его электроды на 10—15 *мин*. После этого срока электроды размыкаются и элементом можно пользоваться.

Уход за самодельным медно-цинковым элементом или батареей, составленной из таких элементов, несложен. Он сводится в основном к наблюдению за сохранением определенного уровня раствора медного купороса. Во время работы элемента этот синий раствор должен находиться только в нижней части сосуда. Нельзя допускать, чтобы верхняя граница его поднималась до нижнего края цинка, иначе действие элемента ухудшится, а цинк будет быстро разрушаться. Поэтому такие элементы не допускают переноски и сотрясений. Они должны собираться и заливаться электролитом в том месте, где будут стоять при работе в неподвижном состоянии.

Если уровень синей жидкости понизится, то в элемент нужно очень осторожно опустить несколько кристалликов медного купороса. А если верхняя граница синего раствора подходит близко к цинку, то батарею нужно на некоторое время замкнуть накоротко, пока уровень его не опустится до требуемого положения. Избыток раствора можно также выкачать из сосуда при помощи резиновой спринцовки с надетой на ее сосок длинной стеклянной трубкой.

С течением времени электролит испаряется, поэтому его приходится доливать. При этом нельзя взбалтывать раствор. Для предотвращения испарения электролита на его поверхность можно налить несколько капель растительного или вазелинового масла. Оно образует на поверхности электролита пленку, задерживающую испарение.

Если на цинке и краях сосуда появляются мелкие кристаллики, это указывает на слишком большую крепость электролита. В этом случае следует осторожно удалить часть электролита и добавить в элемент воды. Края сосуда и цинкового электрода, а также выводы электродов желательно смазать вазелином или салом.

Медно-цинковые элементы для анодной батареи можно собрать в химических пробирках или в небольших картонных стаканчиках, пропитанных смолой, варом или воском. В таких элементах электродами служат полоски, вырезанные из меди и цинка или кусочки медной и цинковой проволоки.

На рис. 210 показана конструкция элемента для анодной батареи, собранного в химической пробирке. В качестве положительного электрода используется голая медная проволока, свитая в спираль. На вывод этого электрода на-

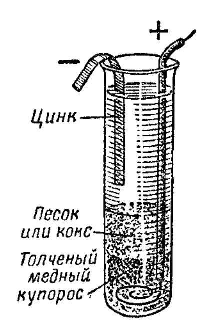


Рис. 210. Устройство элемента для анодной батареи.

дета резиновая трубочка. Сверху на спираль слоем толщиной 15—20 *мм* насыпан толченый медный купорос. Поверх медного купороса в пробирку насыпан хорошо промытый песок или кокс слоем в 20—25 *мм*.

Отрицательным электродом служит полоска, вырезанная из листового цинка. Она удерживается на краю пробирки и не доходит нижним концом до слоя песка на 5—7 *мм*. Собранный элемент, так же как и элемент накала, заливается 10-процентным раствором поваренной соли в дистиллированной или дождевой воде. После непродолжительного замыкания выводов электродов его можно пускать в работу.

Поскольку каждый элемент развивает напряжение 1 *в*, то количество элементов в анодной батарее должно быть равно тому напряжению, которое должна давать батарея. Так, для анодной батареи с напряжением 60 *в* потребуется 60 элементов, для батареи с напряжением 80 *в* — 80 элементов.

Для сборки анодной батареи нужно взять ящик подходящего размера, сделать в нем фанерные перегородки, образующие ячейки (рис. 211), а в эти ячейки вставить пробирки. Элементы соединяются в батарею путем спаивания разноименных электродов. Выводами батареи служат зажимы или болтики, укрепленные на эбонитовых или пластмассовых шайбах. Для предохранения элементов от пыли ящик закрывается крышкой.

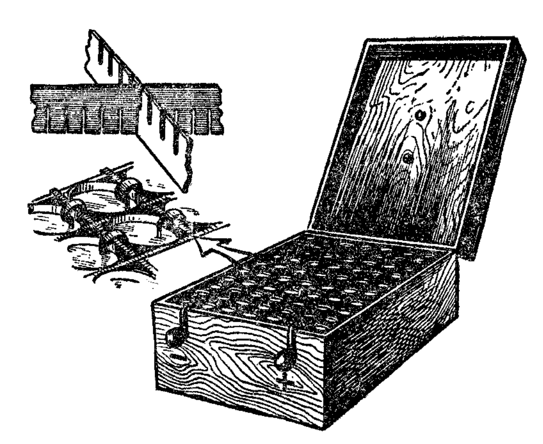


Рис. 211. Самодельная анодная батарея.

В заключение отметим, что продолжительность службы медно-цинкового элемента зависит в основном от толщины цинкового электрода. Цинк во время работы элемента постепенно растворяется в верхних слоях электролита, образуя раствор цинкового купороса. Медный же электрод почти не разрушается. Израсходованный цинковый электрод может быть заменен новым. После этого элемент снова будет работать.



Беседа двадцать третья

ПИТАНИЕ ОТ ЭЛЕКТРООСВЕТИТЕЛЬНОЙ СЕТИ

Питать ли приемник от батарей или от осветительной сети? Такой вопрос возникает, конечно, только тогда, когда имеется сеть электрического освещения.

Радиоприемник или усилитель, питаемый от осветительной сети, почти не требует хлопот. Достаточно включить его выключатель, и приемник начинает работать. Поэтому, когда есть электроосветительная сеть, нет никакого смысла пользоваться батареями.

Для питания нитей накала сетевых ламп требуется переменный ток напряжением 6,3 *в*, а для питания анодно-экранных цепей — постоянный ток напряжением около 250 *в*. В наших же электроосветительных сетях течет переменный ток напряжением 127 или 220 *в*. Задача питания цепи накала решается при помощи понижающего трансформатора. Для получения же высокого постоянного напряжения напряжение переменного тока приходится сначала повышать, а затем ток повышенного напряжения выпрямлять, т. е. преобразовывать его в постоянный ток.

ВЕНТИЛИ

Вентилями называют приборы, обладающие односторонней проводимостью тока. Они используются в выпрямителях, преобразующих

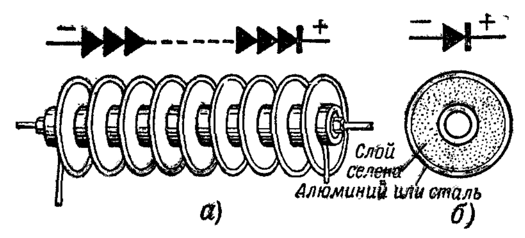


Рис. 212. Селеновый столбик (*а*) и шайба со слоем селена (*б*).

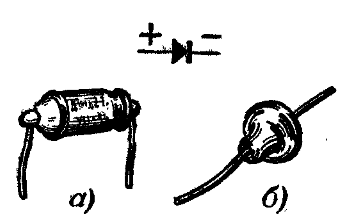


Рис. 213. Германиевые диоды.
а — ДГ-Ц21-ДГ-Ц27; *б* — Д7А-Д7Ж.

переменный ток в постоянный. Существует несколько видов таких приборов. Среди них знакомые тебе двухэлектродные лампы — кенотроны.

В качестве вентилей применяют также **селеновые** столбики, напоминающие внешним видом миниатюрные радиаторы центрального отопления. Общий вид селенового столбика и его изображение на принципиальных схемах показаны на рис. 212,*а*. Он состоит из больших и маленьких алюминиевых или стальных шайб, нанизанных поочередно на изолированный стальной стержень и стянутых гайками.

Столбики из стальных шайб называются столбиками типа ВС, а из алюминиевых шайб — столбиками типа АВС. С одной стороны на каждую большую шайбу нанесен тонкий слой полупроводника селена (рис. 212,*б*). Сверху селен покрыт слоем из сплава кадмия, олова и висмута.

Шайба хорошо проводит ток, когда на шайбе положительное напряжение, и почти не проводит ток при приложении к ней напряжения обратного направления. Чем больше диаметр шайбы, тем большей величины ток она может выпрямить. Сравнивая селеновый вентиль с двухэлектродной лампой, можно сказать, что сама шайба является анодом, а сплав — катодом.

Одна селеновая шайба может выпрямить переменный ток напряжением меньше 10 *в*. При более высоком напряжении она проводит ток одинаково в обоих направлениях, перестает быть вентилем, приходит в негодность. Чтобы получить ток с напряжением, нужным для питания приемника, набирают столбик из больших шайб, чередующихся с малыми; каждая малая шайба осуществляет контакт между алюминием или сталью одной большой шайбы со сплавом другой такой же шайбы.

В последнее время в выпрямителях радиолюбители стали применять германиевые плоскостные диоды ДГ-Ц21-ДГ-Ц27 и Д7А-Д7Ж (рис. 213). Они отличаются от германиевых диодов ДГ-Ц и Д1, применяемых в детекторных приемниках, тем, что могут выпрямить больший ток[1].

Каждый вентиль, будь это кенотрон, селеновый столбик или германиевый диод, может выпрямить ток не более некоторой определенной величины и рассчитан на определенное наибольшее (максимальное) обратное напряжение. Что это за обратное напряжение? Вентиль пропускает через себя ток, когда на его анод подается положительное напряжение. Это напряжение называют **прямым**. В этом случае сопротивление вентиля мало. Когда же на аноде вентиля отрицательное напряжение, селеновый или германиевый вентиль пропускает очень малый, так называемый обратный ток (кенотрон вообще не пропускает при этом тока). Если это напряжение будет чрезмерно велико, то обратный ток возрастает и вентиль быстро приходит в негодность.

Для селеновой шайбы наибольшее обратное напряжение составляет 20 *в*, а для германиевых диодов — от 100 до 400 *в* (наименьшая величина относится к диодам ДГ-Ц21 и Д7А и наибольшая к диодам ДГ-Ц27 и Д7Ж). Для выпрямителей по приводимым ниже схемам обратное напряжение должно быть примерно в 3 раза больше выпрямленного напряжения, иначе вентиль испортится. Чтобы германиевые диоды могли работать при больших напряжениях, так же как селеновые шайбы, их соединяют последовательно.

ВЫПРЯМЛЕНИЕ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Простейшая схема выпрямителя переменного тока показана на рис. 214. На ней символом «~» обозначен источник переменного тока, например электросеть, буквой В — вентиль (кенотрон, селеновый столбик или германиевый диод), а в виде сопротивления *R* показана нагрузка выпрямителя, т. е. анодные и экранные цепи ламп приемника или усилителя. Параллельно нагрузке включен конденсатор *С*.

[1] Подробнее о германиевых диодах мы расскажем в беседе тридцатой.

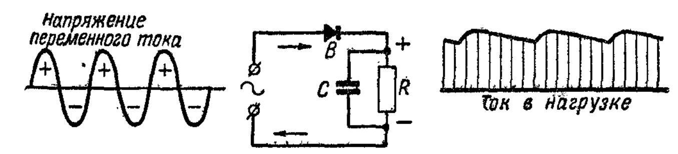
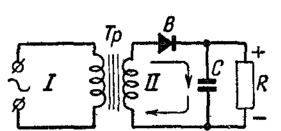


Рис. 214. Принципиальная схема однополупериодного выпрямителя.



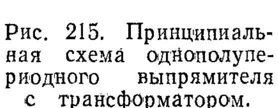


Рис. 215. Принципиальная схема однополупериодного выпрямителя с трансформатором.

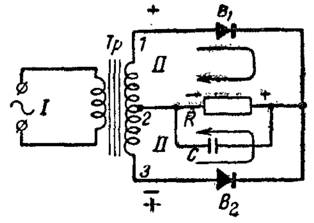


Рис. 216. Принципиальная схема двухполупериодного выпрямителя.

Эта схема наверное напомнила тебе детекторный контур приемника с кристаллическим детектором. Да, по существу это та же схема, но только в приемнике детектор выпрямлял изменяющиеся по амплитуде (модулированные) колебания высокой частоты, а здесь вентиль выпрямляет ток низкой частоты неизменного напряжения.

Во время одних полупериодов вентиль пропускает ток, а во время полупериодов обратного направления не пропускает.

Конденсатор, подключенный параллельно нагрузке, заряжается от импульсов тока так же, как заряжается блокировочный конденсатор в приемнике. В моменты спадания тока или его исчезновения (между импульсами) конденсатор разряжается через нагрузку. Если взять конденсатор достаточно большой емкости, то за время между импульсами тока он не будет успевать полностью разряжаться и через нагрузку будет непрерывно поддерживаться ток. Такой ток, поддерживаемый за счет заряда конденсатора, показан на правом графике рис. 214 сплошной волнистой линией. Это пульсирующий ток.

Имей в виду, что на селеновых столбиках знаком «+» (или красным цветом) помечены не выводы анода, а выводы катода. Сделано это потому, что при работе вентилей в выпрямителях положительный полюс выпрямленного напряжения получается всегда на катодах вентилей.

Можно ли от выпрямителя по схеме рис. 214 питать анодные и экранные цепи приемника? Нельзя. Проходя через телефон или громкоговоритель, включенный в анодную цепь лампы, такой пульсирующий ток будет заставлять их звучать с частотой 50 *гц*; в телефоне или громкоговорителе будет слышен гул низкого тона, называемый фоном переменного тока.

Эта схема имеет еще два других существенных недостатка. Первый из них заключается в том, что напряжение выпрямленного тока определяется напряжением сети, в то время как бывает необходимость получать более высокое напряжение. Вторым недостатком является недопустимость присоединения заземления к приемнику, питаемому от такого выпрямителя. Если приемник заземлить, ток из электросети пойдет через приемник в землю, будет большая утечка тока, перегорят предохранители.

Схема выпрямителя с трансформатором, показанная на рис. 215, не имеет этих недостатков. Работает она так. При включении первичной обмотки *I* трансформатора в сеть переменного тока через нагрузку *R*, так же как и в предыдущей схеме, будет протекать пульсирующий ток. Разница только в том, что в схеме рис. 215 выпрямляется не напряжение сети, а напряжение, индуктированное во вторичной обмотке *II* трансформатора. При этом необходимое напряжение можно получить, сделав обмотку *II* с соответствующим числом витков. Если в выпрямителе используется кенотрон, то трансформатор должен иметь еще одну вторичную обмотку для питания нити накала кенотрона. Поскольку в этой схеме сетевая обмотка *I* трансформатора изолирована от вторичной обмотки *II*, к приемнику, питаемому от этого выпрямителя, можно присоединять заземление.

В схемах рис. 214 и 215 полезно используется энергия только половины периодов переменного тока. Такое выпрямление переменного тока называют однополупериодным, а эти схемы — схемами однополупериодного выпрямления.

Схема выпрямителя, в котором используются оба полупериода переменного тока, показана на рис. 216. Здесь сделан вывод от середины вторичной обмотки *II* и используются два вентиля — B_1 и B_2.

Как работает такая схема. Закрой рукой нижнюю часть обмотки *II* и вентиль B_2. Что получилось? Схема однополупериодного выпрямителя. А теперь открой нижнюю, а прикрой верхнюю секцию обмотки *II* и вентиль B_1. Тоже получится однополупериодный выпрямитель. Оба эти однополупериодных выпрямителя работают поочередно. Когда на выводе *1* обмотки *II* положительное напряжение относительно выводов *2* и *3*, ток идет через верхний вентиль.

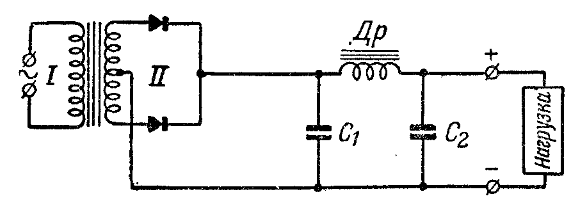


Рис. 217. Принципиальная схема двухполупериодного выпрямителя со сглаживающим фильтром.

Другого пути для тока нет. Нижний вентиль в это время не пропускает ток, так как на его аноде отрицательное напряжение. В следующий полупериод, когда полярность напряжения на выводах обмотки *II* изменится на обратную (на рис. 216 обозначена пунктиром), ток будет идти через нижний вентиль. Верхний вентиль будет в это время «отдыхать». Все это повторяется и в следующие периоды. В итоге конденсатор *C* будет заряжаться токами обоих вентилей.

Схема выпрямителя, при которой заряд конденсатора осуществляется во время обоих полупериодов переменного тока, называют схемой двухполупериодного выпрямления.

В двухполупериодных ламповых выпрямителях, используемых для питания радиоприемников и усилителей, как правило, работают не два отдельных кенотрона, а одна лампа, объединяющая два кенотрона. Такие сдвоенные кенотроны называют двуханодными кенотронами.

Напряжение, получаемое от двухполупериодного выпрямителя, отличается от напряжения, создаваемого однополупериодным выпрямителем. Если при однополупериодном выпрямлении мы имеем 50 пульсаций в секунду, то при двухполупериодном выпрямлении мы имеем 100 пульсаций в секунду при меньших «провалах» в кривой выпрямленного тока. Но и таким током нельзя питать анодные цепи ламп. Необходимо уменьшить или, как говорят, «сгладить» его пульсации. Как же это можно сделать?

СГЛАЖИВАЮЩИЙ ФИЛЬТР

Сгладить пульсации можно включением между выпрямителем и нагрузкой дросселя низкой частоты—катушку со стальным сердечником, содержащей несколько тысяч витков, и еще одного конденсатора, как показано на рис. 217. Дроссель *Др*, обладая большим индуктивным сопротивлением, оказывает сильное противодействие всяким изменениям протекающего через него тока. Он оказывает препятствие нарастанию тока и, наоборот, поддерживает убывающий ток. Конденсатор C_2, включенный параллельно нагрузке, подобно конденсатору C_1 также способствует сглаживанию пульсаций. Дроссель *Др* совместно с конденсатором C_2 образует ячейку сглаживающего фильтра выпрямителя. Конденсатор C_1, с которого подается пульсирующее напряжение на ячейку, называется входным конденсатором фильтра, а конденсатор C_2, включенный после дросселя, — выходным.

Нужно отметить, что и при наличии фильтра некоторые пульсации выпрямленного тока на нагрузке все же остаются, но они настолько малы, что практически не влияют на работу приемно-усилительных ламп. Вообще же чем больше емкости конденсаторов и индуктивность дросселя фильтра, тем лучше сглаживаются пульсации, тем слабее прослушивается фон переменного тока в громкоговорителе. В фильтрах обычно используют электролитические конденсаторы емкостью по 10—20 *мкф* и более.

Вместо дросселя в фильтр иногда включают катушку подмагничивания электродинамического громкоговорителя. В наиболее простых приемниках дроссель фильтра часто заменяют сопротивлением 1—2 *ком.*

Такие же сглаживающие фильтры используют и в однополупериодных выпрямителях. Но в этом случае емкости конденсаторов должны быть больше.

Фильтр, сглаживающий пульсации выпрямленного тока, обычно монтируется вместе с выпрямителем и является составной частью его. Поэтому выпрямителем обычно называют кенотрон, селеновый столбик или германиевый диод, трансформатор и фильтр, взятые вместе.

СИЛОВОЙ ТРАНСФОРМАТОР

В выпрямителях обычно используют трансформаторы, у которых кроме первичных сетевых обмоток и обмоток высокого напряжения (их для краткости называют повышающими обмотками) имеются еще обмотки для питания нитей накала приемно-усилительных ламп. А если выпрямитель работает на кенотроне, на трансформаторе должна быть еще обмотка, дающая напряжение для питания нити накала кенотронов. Такие обмотки для краткости называют обмотками накала. Трансформаторы выпрямителей называются силовыми.

Из всех трансформаторов, применяемых радиолюбителями, силовой является наиболее сложным. Число обмоток в нем доходит до пяти, а иногда и больше. Все они рассчитаны на различные напряжения и токи.

Расскажем о некоторых типах силовых

трансформаторов. Трансформатор, схема которого показана на рис. 218,*а*, предназначен для однополупериодного выпрямителя, а трансформатор, схема которого показана на рис. 218,*б*, — для двухполупериодного выпрямителя. Первичные обмотки *I* обоих трансформаторов включаются в сеть переменного тока. Эти обмотки имеют отводы, позволяющие включать трансформаторы в сети различного напряжения. Так, выводами *1* и *2* они включаются в сеть с напряжением 110 *в*, выводами *1* и *3* — в сеть с напряжением 127 [redacted]ами *1*—*4* — в сеть с напряжением 220 [redacted]ависимо от того, какова величина напряжения сети, напряжения вторичных обмоток получаются одни и те [redacted]

В трансформатор[redacted]ном для однополупериодного вы[redacted]ля, обмотка *II* дает напряжение 250—3[redacted] *в*, к[redacted]орое преобразуется вентилем в посто[redacted]высокое напряжение. Обмотка *III* этого [redacted]матора служит для питания нити н[redacted]на. Напряжение, которое она дол[redacted] дава[redacted]ь, зависит от типа кенотрона. [redacted]кенотрона 5Ц4С она должна давать 5 *в*, [redacted]трона 6Ц4П или 6Ц5С — 6,3 *в*. Обмотка *IV* рассчитана на напряжение 6,3 *в* и предназначена для питания нитей накала ламп приемника. В соответствии с назначением обмотку *III* называют **обмоткой накала кенотрона**, а обмотку *IV* — **обмоткой накала ламп**.

Трансформатор, предназначенный для двухполупериодного выпрямителя (рис. 218,*б*) отличается от предыдущего лишь тем, что его повышающая обмотка *II* состоит из двух равных секций, соединенных между собой последовательно. От места их соединения сделан вывод. Каждая из этих секций дает напряжение 250—300 *в*. А так как они соединены последовательно и их напряжения складываются, то вся обмотка дает вдвое большее напряжение, т. е. 500—600 *в*.

Силовые трансформаторы включаются в сеть через плавкие предохранители.

У многих заводских силовых трансформаторов сетевая обмотка состоит из двух обмоток с отводами, различное соединение которых позволяет включать их в сети различного напряжения. Кроме того, многие трансформаторы имеют дополнительную незамкнутую обмотку с одним выводом, намотанную между первичной — сетевой и вторичными обмотками. Она служит экраном. Вывод этой обмотки всегда заземляют.

Образцом такого силового трансформатора, хорошо известного радиолюбителям, может служить трансформатор типа ЭЛС-2, показанный на рис. 219. Он рассчитан для работы

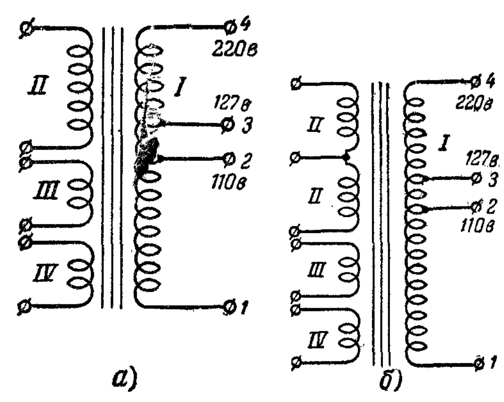


Рис. 218. Принципиальные схемы силовых трансформаторов.

а — для однополупериодного выпрямителя; *б* — для двухполупериодного выпрямителя.

в двухполупериодных выпрямителях. Его сетевая обмотка состоит из двух обмоток *I* и *II*, имеющих по одному отводу от промежуточных витков. Каждая из них рассчитана на напряжение 110 и 127 *в* (большие секции на 110 *в*, меньшие — на 17 *в*). Начало, конец и отвод каждой обмотки подведены к панельке, укрепленной на трансформаторе. В панельку вставляется специальная колодочка, по своему устройству похожая на цоколь лампы, с помощью которой сетевые обмотки могут быть включены на напряжение 110, 127 или 220 *в*. Колодочку надо вставить так, чтобы имеющаяся на ней стрелка указывала на соответствующую надпись, сделанную на трансформаторе. При напряжениях в сети 110 и 127 *в* первичные обмотки соединяются параллельно: в первом случае работают только большие секции обмоток, рассчитанные на 110 *в*, а во втором случае — все секции. При установке колодочки на напряжение 220 *в* соединяются последовательно секции обмоток, рассчитанные на напряжение 110 *в*. Назначение остальных

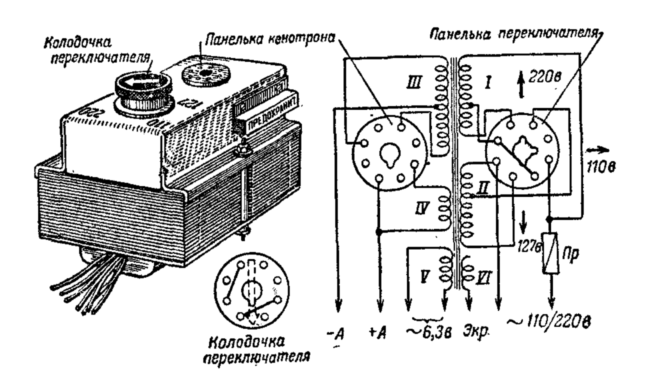


Рис. 219. Внешний вид и схема силового трансформатора типа ЭЛС-2.

обмоток трансформатора: *III* — повышающая, *IV* — обмотка накала кенотрона, *V* — обмотка накала ламп, *VI* — экранная.

На трансформаторе смонтированы ламповая панелька для кенотрона и плавкий предохранитель.

Примерно так же устроены все силовые трансформаторы заводского производства для двухполупериодных выпрямителей, но не на всех из них имеются панельки для кенотронов.

В дешевых приемниках, особенно старых выпусков, где выпрямители работают по однополупериодной схеме, применяются более простые силовые трансформаторы. В них иногда отсутствует повышающая обмотка. Если трансформатор рассчитан на использование в выпрямителе селеновых столбиков или германиевых диодов, то в нем нет обмотки накала кенотрона.

Любой силовой трансформатор независимо от того, в какой схеме выпрямления он будет работать, характеризуется наибольшей мощностью тока, которую могут отдать его вторичные обмотки. Мы уже говорили в двадцатой беседе, что эта мощность тем больше, чем больше поперечное сечение сердечника и чем больше площадь его окон. Бо́льшая часть трансформаторов заводского изготовления имеет сердечники с поперечным сечением 10—12 *см*², что соответствует мощности около 65—75 *вт*. Такой мощности трансформатора достаточно для питания четырех-пятиламповой радиоконструкции.

Что же касается количества витков в обмотках трансформатора и диаметров их проводов, то они зависят от напряжений и токов, которые должен давать трансформатор.

В приложении 3 приведены данные наиболее распространенных силовых трансформаторов. Этими данными ты можешь воспользоваться при подборе требуемого трансформатора, а также при ремонте испорченных трансформаторов.

САМОДЕЛЬНЫЙ СИЛОВОЙ ТРАНСФОРМАТОР

Если тебе не удастся воспользоваться готовым силовым трансформатором, его можно сделать самому. Сердечник для самодельного трансформатора можно взять, например, от какого-либо испорченного трансформатора (важно чтобы цел был сердечник), подсчитать по сердечнику число витков, которые должны быть в обмотках, а затем, подобрав провод, намотать обмотки.

Расчет трансформатора веди в таком порядке. Сначала узнай площадь поперечного сечения сердечника *S*. Для этого высоту пакета в сантиметрах умножь на ширину среднего язычка пластин также в сантиметрах. Затем подсчитай число витков *w*, которое должно приходиться на 1 *в* напряжения при данном сечении сердечника *S*, по формуле

$$w = \frac{50}{S}.$$

Полученное число витков *w* умножь на напряжения в вольтах, которые подводятся к первичной обмотке и должны давать вторичные обмотки. Произведения этих величин укажут числа витков в каждой обмотке.

Пример расчета. Для силового трансформатора к двухполупериодному выпрямителю, который можно использовать для питания трех-четырехлампового приемника, нужен сердечник площадью сечения около 10 *см*² (большее сечение сердечника не повредит). Допустим, что имеем сердечник, собранный из пластин Ш-25 общей толщиной 4 *см*. Значит, площадь его сечения составляет $2{,}5 \times 4 = 10$ *см*². Требуется намотать сетевую обмотку на напряжение сети 220 *в*, повышающую на напряжение 600 *в* со средним выводом, обмотку накала кенотрона на 5 *в* и обмотку накала ламп на 6,3 *в*.

Узнаем число витков, которое для данного сердечника приходится на 1 *в* напряжения:

$$w = \frac{50}{S} = \frac{50}{10} = 5 \text{ витков.}$$

Теперь нетрудно определить число витков в каждой обмотке: в сетевой обмотке должно быть $5 \times 220 = 1\,100$ витков, в повышающей $5 \times 600 = 3\,000$ витков с отводом от середины (от 1 500-го витка), в обмотке накала кенотрона $5 \times 5 = 25$ витков и в обмотке накала ламп $5 \times 6{,}3 \approx 32$ витка.

Если же силовой трансформатор должен включаться в сеть с напряжением не 220 а 127 *в*, нужно пересчитать только число витков сетевой обмотки. Однако сетевую обмотку желательно сделать такой, чтобы ее можно было включать в сети различного напряжения. Для этого ее надо наматывать с расчетом на 220 *в*, сделав отводы для включения в сеть напряжением 110 и 127 *в*. В нашем примере на напряжение 110 *в* отвод надо сделать от 550-го витка, а для напряжения 127 *в* — от 635-го витка; вся обмотка будет включаться в сеть напряжением 220 *в*.

Для сетевой обмотки можно взять провод ПЭЛ диаметром 0,3—0,5 *мм* (для 110- и 127-вольтовых секций толще, а для 220-вольтовой тоньше), для повышающей обмотки 0,15—0,2 *мм*, для обмотки накала кенотрона

0,8—1 *мм* и для обмотки накала ламп 1—1,2 *мм*[1].

На каркас, который можно склеить из толстого картона или тонкой фанеры по размеру имеющегося сердечника, наматывай сначала сетевую обмотку, затем повышающую, потом обмотку накала ламп и последней — обмотку накала кенотрона. Провода обмоток укладывай плотными рядами — виток к витку. Между рядами делай прокладки из тонкой бумаги в два слоя, а между обмотками — в пять-шесть слоев такой же бумаги или в два-три слоя более толстой. Выводы обмоток из тонкого провода делай более толстыми гибкими проводниками, пропуская их через отверстия в щечках каркаса. Назначение каждой обмотки и ее выводы сразу же пометь на каркасе.

Особое внимание обращай на равномерность и плотность укладки провода и на изоляцию между рядами и обмотками. При невыполнении первого условия требуемое число витков обмоток может не уместиться на каркасе. А если не будет надежной изоляции между рядами и обмотками, то при включении трансформатора его обмотки могут «пробиться», произойдет замыкание между обмотками или витками и трансформатор придется делать заново.

Пластины сердечника собирай «вперекрышку» до полного заполнения окна каркаса и стягивай болтами или шпильками с гайками, предварительно обернув их бумагой (через стягивающие болты пластины не должны замыкаться). Плохо стянутый сердечник будет гудеть.

Включать трансформатор в сеть можно только после окончательной его сборки и обязательно через предохранитель. При этом надо следить, чтобы выводы обмоток не соединялись между собой.

Если ты намерен сделать трансформатор для однополупериодного выпрямителя, повышающая обмотка должна иметь вдвое меньше витков и, конечно, без вывода. А если к тому же в выпрямителе будет использоваться селеновый столбик или германиевые диоды, то исключи и обмотку накала кенотрона.

ВЫПРЯМИТЕЛИ

Рассмотрим несколько практических схем выпрямителей, которые ты сможешь использовать для питания конструкций. Начнем с однополупериодных выпрямителей.

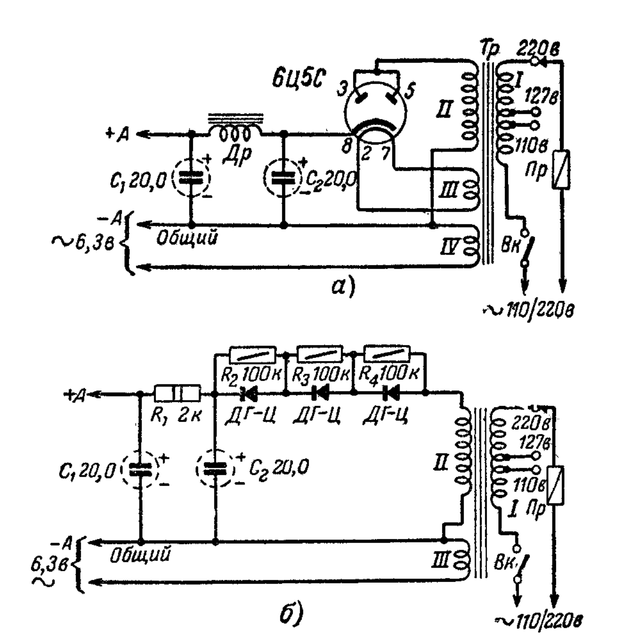


Рис. 220. Практические принципиальные схемы однополупериодных выпрямителей.
а — с кенотроном; *б* — с германиевыми диодами.

Принципиальная схема однополупериодного кенотронного выпрямителя приведена на рис. 220,*а*. В выпрямителе применен двуханодный кенотрон типа 6Ц5С. Аноды этой лампы соединены вместе, так что она работает как одноанодный кенотрон. Катод кенотрона, на котором получается плюс выпрямленного напряжения, изолирован от нити накала. В выпрямителе могут работать также кенотроны 6Ц4П, 5Ц4С (цоколевка этих ламп иная, чем у 6Ц5С). Между прочим в одноанодный кенотрон можно превратить почти любую лампу, соединив все сетки с анодом.

Сетевая обмотка *I* трансформатора *Тр* рассчитана на включение в сеть переменного тока напряжением 110, 127 или 220 *в*. Повышающая обмотка *II* дает напряжение 220—250 *в*, обмотка накала кенотрона *III* — 6,3 *в* (при использовании 6Ц5С или 6Ц4П), обмотка накала ламп приемника *IV* — тоже 6,3 *в*. Верхний вывод повышающей обмотки соединен с анодом кенотрона, а нижний — с одним из выводов обмотки накала ламп. Проводник, идущий от точки соединения выводов повышающей обмотки и обмотки накала ламп приемника, мы выделили утолщенной линией и обозначили словом «общий», так как он действительно является общим проводником накальных и анодно-экранных цепей ламп приемника, который питает выпрямитель.

Силовой трансформатор может быть заводского изготовления, например от приемников

[1] Обмотки трансформаторов с бо́льшим или меньшим сечением сердечника, т. е. рассчитанные соответственно на бо́льшие или меньшие мощности, нужно мотать соответственно из более толстого или более тонкого провода.

«Москвич», «Рекорд», «АРЗ», или самодельным. Площадь сечения сердечника для самодельного трансформатора должна быть не менее 6 *см*². Рассчитать его обмотки ты сможешь сам.

В фильтре выпрямителя можно использовать либо заводской, либо самодельный дроссель. Данные самодельного дросселя следующие: сечение сердечника 3—4 *см*², число витков 5 000—6 000, провод ПЭЛ 0,15—0,2. Пластины сердечника собирай «в стык». Между пачкой Ш-образных и замыкающих пластин проложи полоску тонкого картона, чтобы образовался зазор. В крайнем случае дроссель можно заменить сопротивлением 1—2 *ком*, рассчитанным на мощность 2 *вт* (ВС-2, МЛТ-2).

Емкость электролитических конденсаторов фильтра C_1 и C_2 не менее чем по 10 *мкф*, но лучше по 20 *мкф* — меньше будет прослушиваться фон переменного тока. Предохранитель *Пр* на ток 0,5 *а*.

Такой выпрямитель пригоден для питания двух-трехламповых радиоприемников, анодные и экранные цепи которых потребляют ток не более 75 *ма*.

Вместо кенотрона в выпрямителе можно использовать плоскостные германиевые диоды. В этом случае его принципиальная схема будет иметь вид, показанный на рис. 220,*б*. Что изменилось? Исчезла обмотка накала кенотрона, так как теперь она не нужна. Некоторые изменения есть в фильтре выпрямителя — дроссель заменен сопротивлением R_1. Но это сделано только для того, чтобы показать, как сопротивление включается вместо дросселя. Здесь может быть, разумеется, и дроссель.

В выпрямителе применено три диода ДГ-Ц, причем они соединены последовательно. Это могут быть диоды ДГ-Ц24, ДГ-Ц25, но обязательно однотипные. Если использовать диоды ЦГ-Ц27, то при выпрямленном напряжении не более 250 *в* их может быть два. Почему надо включать несколько диодов? Для того, чтобы они выдерживали обратное напряжение. Диоды зашунтированы сопротивлениями R_2, R_3 и R_4 по 100 *ком*. Зачем это сделано? Для того,

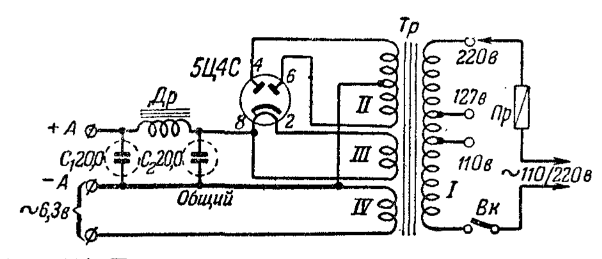


Рис. 221. Практическая принципиальная схема двухполупериодного кенотронного выпрямителя.

чтобы предупредить пробой диодов обратным напряжением. Подобрать два, а тем более три диода с совершенно одинаковыми внутренними сопротивлениями для обратного тока практически невозможно. А если поставить в выпрямитель диоды с разными сопротивлениями, то они один за другим могут выйти из строя: сначала пробьется тот, который имеет большее сопротивление в непроводящем направлении, за ним диод с меньшим сопротивлением, а потом и третий. При шунтировании диодов одинаковыми сопротивлениями обратное напряжение распределяется равномерно и пробой исключен.

В выпрямителе можно также использовать селеновый столбик, включив его вместо диодов. Шунтировать его шайбы сопротивлениями не надо. В столбике должно быть столько шайб, чтобы на каждую шайбу приходилось не более 8 *в* выпрямленного напряжения. Диаметр шайб 25 *мм*. При таком диаметре шайб можно получить выпрямленный ток около 60 *ма*, вполне достаточный для питания двух-трехлампового приемника или усилителя с выходной мощностью 2—3 *вт*. В более сложных конструкциях применяют обычно двухполупериодные выпрямители.

Типовая схема двухполупериодного кенотронного выпрямителя приведена на рис. 221. В нем работает двуханодный кенотрон типа 5Ц4С (можно 6Ц5С, 6Ц4П). Средний вывод повышающей обмотки *II* силового трансформатора соединен с обмоткой накала приемно-усилительных ламп, от него идет к анодным цепям приемно-усилительных ламп общий проводник минуса выпрямленного напряжения. Плюс выпрямленного напряжения снимается с катода кенотрона (у лампы 5Ц4С катод соединен с нитью накала).

Сглаживающий фильтр по своей схеме ничем не отличается от фильтра однополупериодного выпрямителя.

Действует этот выпрямитель так же, как тот, схема которого изображена на рис. 217.

Конструкция выпрямителя, собранного по схеме рис. 221, показана на рис. 222. Верхняя панель шасси металлическая, толщиной 1,5—2 *мм*, боковые стенки дощатые. Металлическая панель используется как общий проводник минуса выпрямителя и одного вывода обмотки накала ламп. Чтобы осуществить контакт с панелью, а через нее с корпусами электролитических конденсаторов, под гайку крепежного болта дросселя подложен жестяной лепесток. К нему припаяны проводники, идущие к среднему выводу повышающей обмотки, к обмотке накала ламп и выходному зажиму «общий». Силовой трансформатор — самодельный, сде-

ланный по расчету, приведенному на стр. 162. Из готовых подойдет любой трансформатор мощностью 75—80 *вт*. Дроссель сглаживающего фильтра также самодельный. Он намотан на сердечнике сечением 6 $см^2$ и имеет 3 000 витков провода ПЭЛ 0,18—0.2.

Рекомендуем смонтировать такой выпрямитель и пользоваться им для питания собираемых приемников. Конструкция приемника может изменяться, дополняться, а выпрямитель будет оставаться одним и тем же.

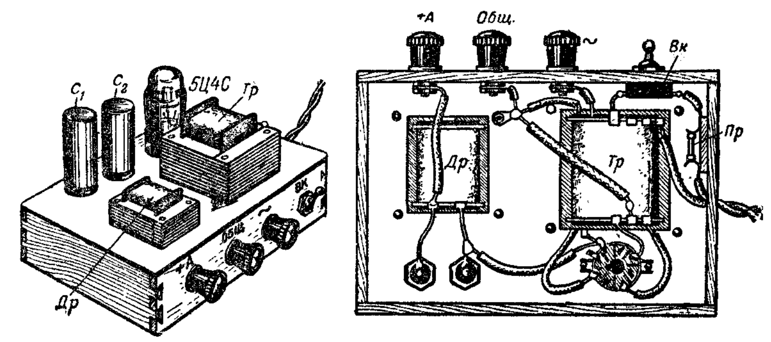


Рис. 222. Общий вид и монтажная схема двухполупериодного кенотронного выпрямителя.

В этом выпрямителе можно применить в качестве вентилей германиевые диоды или селеновые столбики. Для этого в каждое плечо повышающей обмотки надо включить либо по два-три диода типа ДГ-Ц24-ДГ-Ц27, зашунтировав их сопротивлениями (рис. 223,*а*), либо по селеновому столбику, состоящему из 15—20 шайб (рис. 223,*б*). Остальная часть схемы остается без изменений. Диоды следует смонтировать на планочке с контактными лепестками (монтажной колодочке), а селеновые столбики укрепить на стоечках, расположив их сверху шасси, чтобы они лучше охлаждались воздухом. Селеновые столбики во время работы выпрямителя греются.

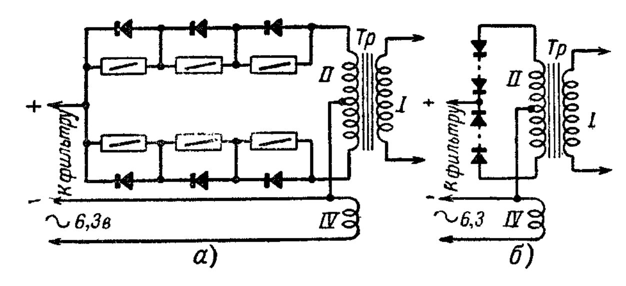


Рис. 223. Часть схем двухполупериодных выпрямителей на германиевых диодах (*а*) и селеновых столбиках (*б*).

РАБОТА С ВЫПРЯМИТЕЛЯМИ

Запомни правила пользования выпрямителем.

Выпрямитель нельзя включать в сеть без плавкого предохранителя, иначе при случайных замыканиях в цепях приемника или выводов перегорят предохранители в квартире, испортится выпрямитель. Предохранитель должен быть рассчитан на ток не более 1 *а*.

Не рекомендуется включать выпрямитель, не присоединив к нему нагрузку, т. е. анодные и экранные цепи приемников. Без нагрузки на конденсаторах фильтра развивается чрезмерно большое напряжение, которое может «пробить» конденсаторы. Не пробуй исправность выпрямителя «на искру» — замыканием каким-либо металлическим предметом контактного лепестка конденсатора на его корпус. При этом могут испортиться кенотрон или германиевые диоды.

Не забывай, что в выпрямителе получаются высокие напряжения. Поэтому обращаться с ним надо очень осторожно. Необходимые изменения в выпрямителе или присоединение его к приемнику делай только тогда, когда он выключен.

Мы познакомили тебя с различными схемами питания приемников и усилителей от осветительных сетей. Теперь ты можешь задать нам вопрос: какая же из разобранных схем лучше?

Все они имеют свои достоинства и свои недостатки. Рекомендуем пользоваться двухполупериодными выпрямителями с силовыми трансформаторами. Учитывай, что германиевые диоды, а особенно селеновые столбики более долговечны, чем кенотроны. При этом выпрямители с селеновыми столбиками и германиевыми диодами потребляют меньше энергии от электросети, чем кенотронные выпрямители, так как в них нет цепей накала вентилей. Особенно экономичны выпрямители с германиевыми диодами: на диодах при выпрямлении теряется значительно меньшее напряжение, чем на селеновых столбиках, а тем более на кенотронах.

В дальнейших беседах мы будем давать необходимые данные трансформаторов и дросселей, которые желательно применять в описываемых конструкциях.

Беседа двадцать четвертая

САМОДЕЛЬНЫЕ СЕТЕВЫЕ ПРИЕМНИКИ И РАДИОГРАММОФОН

Усиление высокой частоты, детектирование и усиление низкой частоты в сетевых радиоприемниках прямого усиления происходят точно так же, как в батарейных радиоприемниках. Разница только в том, что используются другие лампы и источники питания. Поэтому, рассказывая в этой беседе о сетевых конструкциях, мы будем отмечать только наиболее характерные особенности, отличающие их от батарейных. Какие же это особенности? Двухламповый сетевой приемник может обеспечить громкий прием местных радиовещательных станций на электродинамический громкоговоритель мощностью 2—3 *вт*, в то время как батарейный приемник с тем же числом ламп может обеспечить прием лишь на громкоговоритель типа «Рекорд» или маломощный динамический громкоговоритель.

Двухламповый сетевой усилитель можно использовать для громкого воспроизведения грамзаписи. Если же попытаться воспроизводить грамзапись с помощью батарейного двухлампового усилителя, то он будет работать не громче, чем патефон. Эти преимущества сетевых конструкций создаются главным образом за счет потребления подогревными лампами значительно большей электроэнергии, чем батарейными, а также благодаря лучшим усилительным свойствам подогревных ламп.

Некоторые владельцы радиоприемников оценивают качество приемника по числу содержащихся в нем ламп. Это неверно. Число ламп далеко не полностью характеризует качество приемника, и особенно сетевого. В приемнике или усилителе могут быть лампы, выполняющие функции двух ламп, а также лампы, служащие для вспомогательных целей, например кенотроны.

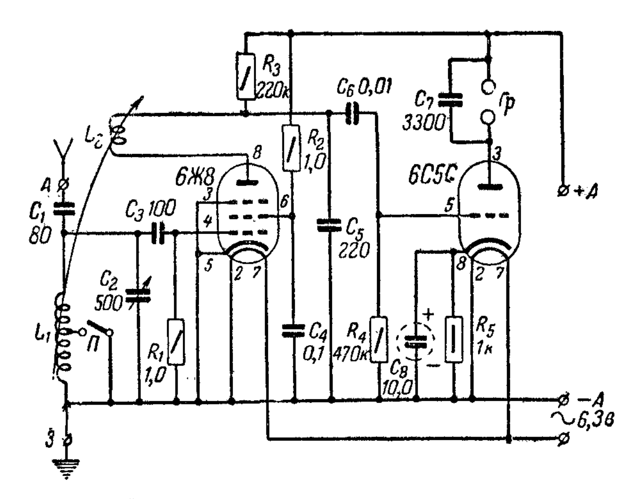


Рис. 224. Принципиальная схема простого двухлампового сетевого радиоприемника.

ПРОСТОЙ ДВУХЛАМПОВЫЙ ПРИЕМНИК

Принципиальная схема двухлампового сетевого приемника дана на рис. 224. Этот приемник двухкаскадный. В первом, детекторном каскаде работает пентод 6Ж8 в режиме сеточного детектирования. Этот каскад почти не отличается от однолампового сетевого приемника, о котором мы рассказывали в шестнадцатой беседе (рис. 141). К нему добавлен каскад усиления низкой частоты на триоде 6С5С. Отдаваемая им мощность вполне достаточна для работы электромагнитного или маломощного электродинамического громкоговорителя.

Сопротивление R_5, включенное в цепь катода лампы $Л_2$, является сопротивлением автоматического смещения. Создающееся на нем напряжение подается на управляющую сетку лампы через сопротивление утечки R_4. Электролитический конденсатор C_8 шунтирует сопротивление смещения. Для питания приемника может быть использован любой из выпрямителей, о которых мы рассказали в предыдущей беседе. Он подключается к соответствующим зажимам приемника.

Данные сопротивлений и конденсаторов указаны на принципиальной схеме. Электролитический конденсатор C_8 должен быть рассчитан на рабочее напряжение 15—20 *в*.

Одноламповый приемник ты уже делал. Добавь к нему каскад усиления низкой частоты и получится двухламповый приемник. Часть монтажа, относящаяся к каскаду низкой частоты, показана на рис. 225. Электролитический конденсатор C_8 укрепи жестяной полоской

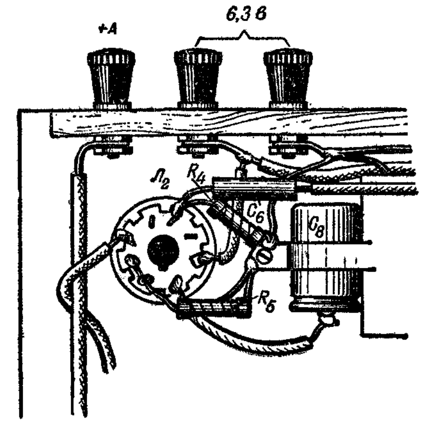


Рис. 225. Монтаж усилителя низкой частоты.

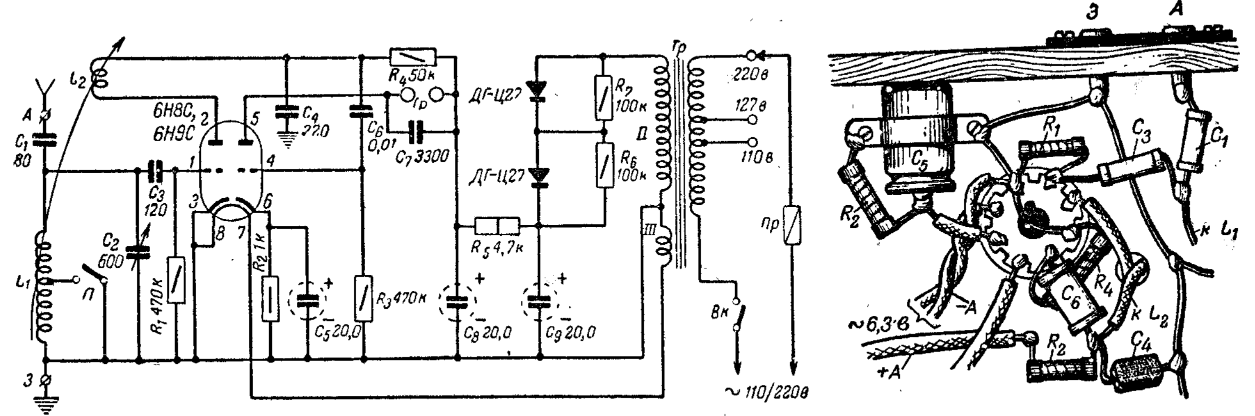


Рис. 226. Принципиальная схема сетевого радиоприемника на двойном триоде.

Рис. 227. Монтаж лампы 6Н8С или 6Н9С.

вместе с конденсатором цепи экранной сетки первой лампы, а эту скобочку заземли. В монтаже бывшего одноламповового приемника надо сделать такие изменения: включить в анодную цепь лампы нагрузочное сопротивление (R_3 на рис. 224) и увеличить сопротивление в цепи экранной сетки лампы 6Ж8 до 1 *Мом*. В гнёзда, предназначавшиеся для телефонных трубок, теперь будет включаться электродинамический громкоговоритель мощностью 0,1—0,2 *вт*, например абонентского типа или «Рекорд».

Чтобы использовать в приемнике более мощный громкоговоритель, поставь в выходной каскад лучевой тетрод 6П6С. В этом случае величина сопротивления R_5 должна быть около 250 *ом*. Экранную сетку этой лампы соедини непосредственно с проводником высокого напряжения. Выходной трансформатор должен быть рассчитан под лампу 6П6С. Если шасси приемника немного увеличить, на нем можно смонтировать и выпрямитель. Из современных ламп в детекторном каскаде можно использовать лампу 6Ж3П, а в выходном лампу 6П14П.

ОДНОЛАМПОВЫЙ 0-V-1

Этот радиоприемник является разновидностью предыдущего. В нем используется двойной триод 6Н8С или 6Н9С (рис. 226). Его левый триод работает в детекторном каскаде с обратной связью, а правый — в каскаде усиления низкой частоты. Чтобы управляющая сетка правого триода имела напряжение смещения, в цепь его катода включено сопротивление R_2, зашунтированное электролитическим конденсатором C_6. Питание приемника осуществляется от выпрямителя на германиевых диодах типа ДГ-Ц26 или ДГ-Ц27. Смонтировать его можно вместе с приемником.

В основу конструкции радиоприемника можно взять предыдущий приемник. Лампу расположи возле катушки колебательного контура (монтаж этой части приемника показан на рис. 227), а выпрямитель — сзади конденсатора переменной емкости. В подвале шасси под силовым трансформатором укрепи выключатель сети и предохранитель.

Силовой трансформатор можно взять от приемников «Москвич», «Рекорд» или сделать самому. Приводим данные самодельного трансформатора: сердечник с площадью сечения среднего стержня около 8 $см^2$; сетевая обмотка *I* — 1 390 витков провода ПЭЛ 0,2—0,3 с отводами от 800-го витка на напряжение 127 *в* и от 700-го витка на напряжение 110 *в*; повышающая обмотка *II* — 2 000 витков провода ПЭЛ 0,15—0,2 и обмотка накала ламп — 40 витков провода ПЭЛ 0,5—0,8.

Германиевые диоды вместе с шунтирующими их сопротивлениями укрепи на колодочке из гетинакса или другого изоляционного материала (рис. 228). В верхней планочке просверли отверстия, вставь в них снизу жестяные скобочки. Диоды и сопротивления припаивай к выступающим наружу концам скобочек. Смонтированную колодочку располагай сверху шасси, но не в подвале — там диоды будут плохо охлаждаться.

Вместо германиевых диодов в выпрямителе можно использовать селеновый столбик или кенотрон 6Ц5С. Лампу 6Н8С или 6Н9С можно заменить более современной пальчиковой лампой 6Н2П или 6Н14П. В этом случае монтаж

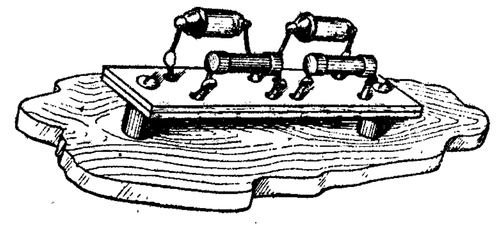


Рис. 228. Монтаж германиевых диодов.

ламповой панельки изменится, так как цоколевка этих ламп иная, чем у ламп 6Н8С и 6Н9С.

РАДИОГРАММОФОН

Радиограммофон представляет собой конструкцию, объединяющую усилитель низкой частоты с громкоговорителем, звукосниматель и электродвигатель для проигрывания грампластинок. Сделать его легче, чем трехламповый приемник. Самое сложное — разместить в небольшом чемодане все входящие в него устройства.

Принципиальная схема усилителя для радиограммофона показана на рис. 229. Усилитель двухкаскадный. В каскаде предварительного усиления работает пентод 6Ж8, а в выходном каскаде—лучевой тетрод 6П6С. Колебания низкой частоты от звукоснимателя (электромагнитного или пьезоэлектрического) подаются на переменное сопротивление, выполняющее роль регулятора громкости, а с него — в цепь управляющей сетки первой лампы. Усиленные колебания снимаются с анодного нагрузочного сопротивления R_3 и подводятся через разделительный конденсатор C_4 ко второй лампе и еще раз усиливаются ею. Питается усилитель от однополупериодного кенотронного выпрямителя. $Л_4$ — сигнальная лампочка на напряжение 6,3 *в*. Она загорается в момент включения выпрямителя в электроосветительную сеть. При напряжении выпрямителя 230—250 *в* усилитель отдает мощность около 3 *вт*.

Шасси сделай из стали или алюминия толщиной 1,5—2 *мм*, предварительно вырезав из картона выкройку. Углы загни, чтобы увеличить жесткость конструкции. В передней панели кроме отверстия для переменного сопротивления просверли еще два-три отверстия для крепления усилителя к горизонтальной доске ящика, на которой разместятся остальные части радиограммофона. Примерные размеры шасси: длина 200 *мм*, ширина 80 *мм*, высота 40 *мм*.

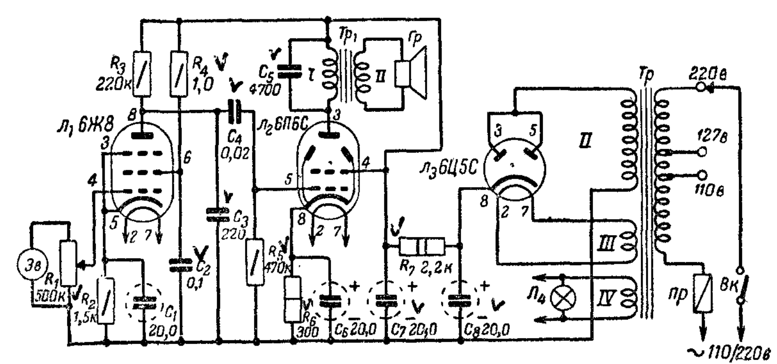


Рис. 229. Принципиальная схема усилителя для радиограммофона.

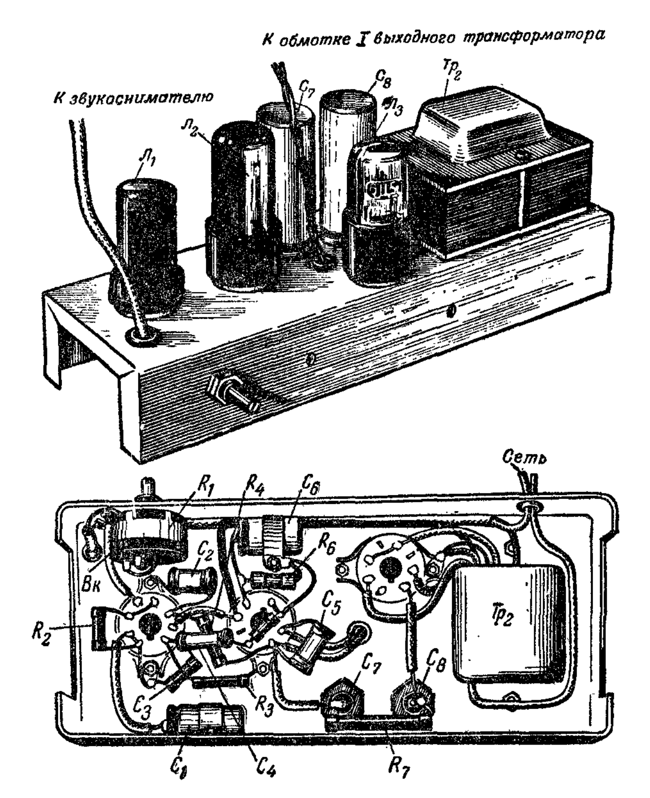


Рис. 230. Общий вид и монтаж усилителя для радиограммофона.

Самая громоздкая деталь усилителя — это силовой трансформатор. Он-то и определяет ширину горизонтальной панели шасси. Можно применить малогабаритный трансформатор, например от приемников «Москвич», «Рекорд», «АРЗ», или сделать его самому, используя сердечник сечением 7—8 *см*^{2}.

Желательно использовать громкоговоритель мощностью 1—1,5 *вт* с овальным диффузором (например, 1ГД-9), он меньше займет места.

Выходной трансформатор $Тр_1$ должен быть рассчитан под лампу 6П6С. Крепится он около громкоговорителя или на его корпусе. Переменное сопротивление R_1—с выключателем *Вк* (сопротивление типа ТК), который используется для включения первичной обмотки силового трансформатора в сети. Величины сопротивлений и емкости конденсаторов указаны на принципиальной схеме усилителя.

Детали на шасси располагай так, как показано на рис. 230. Металл шасси является общим проводником накальных, анодных и экранных цепей усилителя; с ним соединены повышающая обмотка и обмотка накала ламп.

Для осуществления контактов с шасси, крепя детали, подложи под гайки некоторых болтиков жестяные лепестки. К ним будешь припаивать выводы конденсаторов, сопротивлений и проводники, которые должны соединяться с общим минусом выпрямителя. Звукосниматель соединяется с усилителем экранированным проводом. Его металлическая оболочка соединяется с шасси.

Радиограммофон в готовом виде изображен на рис. 231. Усилитель прикреплен болтиками к горизональной деревянной панели снизу; наружу выходят ручка переменного сопротивления с выключателем и сетевой провод. Неподалеку от ручки сопротивления виден «глазок» сигнальной лампочки $Л_4$. Над лампами усилителя в панели просверлено несколько вентиляционных отверстий. С другой стороны панели находятся звукосниматель и выключатель электродвигателя. Под звукоснимателем укреплен громкоговоритель головкой вниз. На рисунке видны только сквозные пропилы, через которые проходят звуковые волны.

Вентиляционные отверстия и отверстия громкоговорителя снизу затянуты тонкой материей, чтобы через них внутрь конструкции не попадали пыль и иголки.

Размеры чемодана радиограммофона зависят от габаритов усилителя, электродвигателя и громкоговорителя. Поэтому надо сначала приобрести электродвигатель, звукосниматель и громкоговоритель, смонтировать и наладить усилитель, а затем с учетом их размеров выпилить панель. От размеров панели и укрепленных на ней деталей будут зависеть внутренние размеры чемодана. Рекомендуем приобрести двухскоростной электродвигатель (на 76 и $33^1/_2$ оборота в минуту) и универсальный звукосниматель, чтобы можно было проигрывать как обычные, так и долгоиграющие грампластинки.

Чемодан и горизонтальную панель лучше всего сделать из фанеры толщиной 10—12 *мм*. Дощечки ящика соединяй при помощи шипов. С внутренней стороны в углах приклей трехгранные бобышки, к которым будет крепиться горизонтальная панель.

Чемодан советуем делать так. Склей шестистенный ящик, внутри которого может уместиться весь механизм радиограммофона. Учти высоту звукоснимателя, поставленного на грампластинку. Хорошенько просуши ящик, а затем аккуратно отпили крышку лучковой мелкозубой пилой. Останется только зачистить шкуркой места пропила и навесить крышку — она плотно будет закрывать чемодан.



Рис. 231. Общий вид радиограммофона.

Внутренние поверхности крышки и горизонтальную панель отполируй или покрой лаком, а наружные стороны оклей дерматином или плотной темной материей, предварительно закруглив слегка углы, чтобы они не обивались.

Крепежные болты электродвигателя должны держаться не в отверстиях, просверленных в панели, а в амортизаторах — втулочках из эластичной резины, вставленных в эти отверстия,— либо на резиновых прокладках. Звукосниматель надо крепить так, чтобы кончик иглы приходился точно в центр диска электродвигателя.

Под звукоснимателем должен быть какой-либо упор с зажимом для тонарма, иначе звукосниматель при переноске радиограммофона может поломаться.

Кенотрон в выпрямителе можно заменить двумя германиевыми диодами ДГ-Ц27, зашунтированными сопротивлениями по 100 *ком*, как это сделано в схеме рис. 226, или селеновым столбиком. В усилителе вместо лампы 6Ж8 можно использовать лампу 6Ж1П, а вместо 6П6С лампу 6П1П или 6П14П, заменив ламповые панельки (монтаж делать соответственно цоколевке новых ламп). Если применить германиевые диоды и пальчиковые лампы, размеры усилителя несколько сократятся, что позволит немного уменьшить и размеры чемодана.

В чемодане можно смонтировать только усилитель громкоговорителем. В этом случае в усилителе должны быть гнезда или включения вилки шнура, идущего от звукоснимателя электропроигрывателя или звукоснимателя, укрепленного в патефоне вместо мембраны.

ТРЕХЛАМПОВЫЙ 1-V-1

Это трехламповый, двухконтурный приемник с обратной связью (рис. 232). Работает он на лампах пальчиковой серии и рассчитан на прием радиовещательных станций средне-

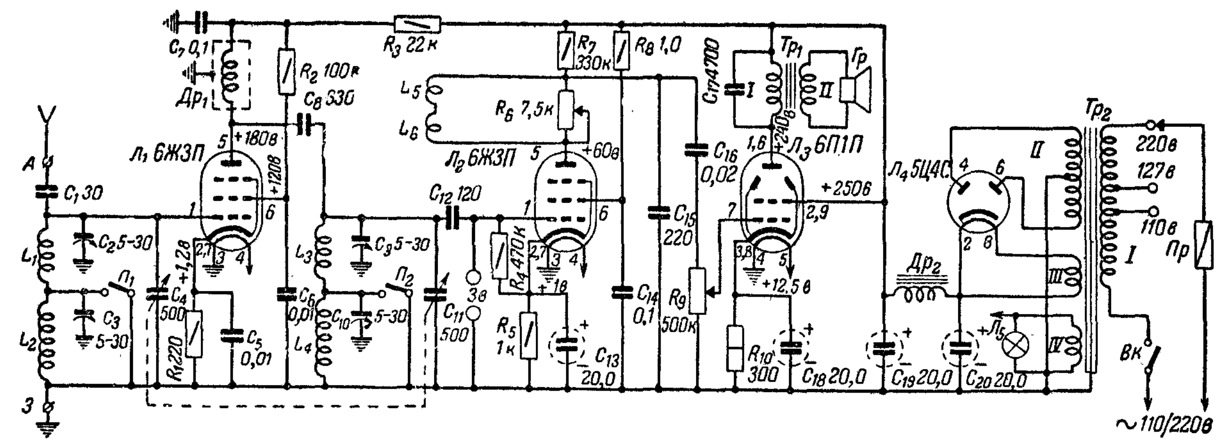


Рис 232. Принципиальная схема трехлампового сетевого радиоприемника.

волнового и длинноволнового диапазонов. Приемник обладает достаточно хорошей чувствительностью и избирательностью. Разомкнутое положение выключателей $П_1$ и $П_2$ соответствует длинноволновому, а замкнутое — средневолновому диапазонам. Плавная настройка осуществляется конденсаторами переменной емкости C_4 и C_{11}, объединенными в блок. Низкочастотная часть приемника может быть использована для воспроизведения граммофонной записи. Звукосниматель включается в гнезда *Зв*. Напряжение на аноды и экранные сетки ламп подается от двухполупериодного выпрямителя на кенотроне 5Ц4С (или 6Ц4П). Нити накала ламп питаются от обмотки *IV* силового трансформатора $Тр_2$. Лампочка $Л_5$ служит для освещения шкалы.

В каскаде усиления высокой частоты работает пентод 6Ж3П ($Л_1$). Входной колебательный контур состоит из катушек L_1, L_2 и конденсатора переменной емкости C_4. В этот контур входят также антенна, заземление и подстроечные конденсаторы C_2 и C_3. Модулированные колебания высокой частоты, на которые настроен входной контур, усиливаются лампой $Л_1$. В ее анодную цепь включен дроссель высокой частоты $Др_1$. С него усиленные лампой колебания высокой частоты через конденсатор C_8 поступают во второй колебательный контур, состоящий из катушек L_3 и L_4, конденсатора переменной емкости C_{11} и подстроечных конденсаторов C_9 и C_{10}. Этот контур аналогичен входному и то же настраивается на частоту принимаемой станции. При помощи конденсатора C_{12} и сопротивления R_4 модулированные колебания детектируются 6Ж3П ($Л_2$).

Колебания низкой частоты, получающиеся в анодной цепи детекторной лампы, с ее нагрузочного сопротивления R_7 подаются через разделительный конденсатор C_{16} на переменное сопротивление R_9, а с него на управляющую сетку лампы выходного каскада — лучевого тетрода 6П1П ($Л_3$). В анодную цепь этой лампы включена первичная обмотка выходного трансформатора $Тр_1$, вторичная его обмотка соединена со звуковой катушкой электродинамического громкоговорителя.

В детекторный каскад введена положительная обратная связь. Для этой цели в анодную цепь лампы включены катушки L_5 и L_6, связанные индуктивно с контурными катушками L_3 и L_4. Величина обратной связи регулируется переменным сопротивлением R_6.

Сопротивление R_3 и конденсатор C_7 образуют ячейку развязывающего фильтра каскада высокой частоты, предотвращающую самовозбуждение приемника через анодные цепи ламп.

При приеме радиовещательных станций лампа $Л_2$ работает как сеточный детектор. В это время на ее управляющую сетку постоянное напряжение смещения не подается, так как она соединена с катодом лампы через сопротивление R_4. Когда же в гнезда *Зв* включается электромагнитный звукосниматель, то через него управляющая сетка лампы $Л_2$ оказывается соединенной с нижним концом сопротивления R_5 и на сетке получается отрицательное смещение. В этом случае лампа $Л_2$ работает как предварительный усилитель напряжения низкой частоты. Но стоит отключить звукосниматель, как лампа $Л_2$ вновь начинает выполнять функции сеточного детектора. Таким образом, при работе от звукоснимателя радиоприемник становится двухкаскадным усилителем низкой частоты. В это время первая его лампа в работе не участвует.

Если будешь использовать пьезоэлектрический звукосниматель, то к штырькам его штепсельной вилки подключи сопротивление 100—150 *ком*, иначе лампа будет работать без смещения. Если же не собираешься использовать приемник для воспроизведения грамзаписи, то исключи из схемы сопротивление R_5 и конденсатор C_{13}, а катод лампы и нижний конец сопротивления R_4 соедини с общим минусом.

Лампа $Л_1$ получает отрицательное напряжение смещения с сопротивлением R_1 через катушки колебательного контура L_1 и L_2, а лампа $Л_3$ — с сопротивления R_{10} через сопротивление R_9.

Переменное сопротивление R_9, являющееся регулятором громкости, действует как при приеме радиостанций, так и во время проигрывания грампластинок. Подстроечные конденсаторы C_2, C_3, C_9, C_{10} нужны для точного согласования начальных емкостей колебательных контуров.

Работу многих деталей и цепей приемника мы здесь не разбираем, так как с ними ты знаком по предыдущим беседам.

Детали. В приемнике используются самодельные катушки колебательных контуров и обратной связи, намотанные на картонных гильзах от охотничьего ружья. Катушки L_1, L_3 и L_5 однослойные, L_2, L_4 и L_6 — многослойные. Об устройстве таких катушек мы рассказывали в двадцатой беседе. Катушки каскада высокой частоты устроены так же, как катушки детекторного каскада, с той лишь разницей, что на их каркасах нет катушек обратной связи.

Дроссели могут быть любого типа, в том числе и самодельными. Желательно, чтобы высокочастотный дроссель $Др_1$ был в экране. В крайнем случае этот дроссель можно заменить сопротивлением 10—15 *ком*, мощностью 0,25 *вт*.

Переключатель диапазонов может быть самодельным, например ножевого типа с двумя замыкающими контактами, или таким, как в батарейном трехламповом приемнике. Однако желательно приобрести для приемника двухплатный переключатель. C_4 и C_{11} — сдвоенный блок конденсаторов переменной емкости. Если удастся приобрести блок со шкалой, это облегчит работу по изготовлению приемника и шкалы.

Переменное сопротивление R_9 должно быть с выключателем, который используется для включения приемника в сеть (*Вк* на схеме). Если такого сопротивления приобрести не удается, придется установить отдельный выключатель. Величина переменного сопротивления R_6 может быть в пределах от 4 до 10 *ком*. Электролитические конденсаторы C_{13} и C_{18} — на рабочее напряжение 20—30 *в*, C_{19} и C_{20} — на рабочее напряжение 450 *в*. Емкость этих конденсаторов может быть значительно увеличена, что будет способствовать улучшению работы радиоприемника. Емкость конденсаторов C_5, C_6, C_7 и C_{14} на схеме указана наименьшая. Конденсаторы C_8, C_{12}, C_{15}, C_{16} и C_{17} — слюдяные. Изменение их емкостей допустимо в пределах 20%. Емкость антенного конденсатора C_1 во время налаживания приемника может быть увеличена примерно до 75 *пф*.

Подстроечные конденсаторы — керамические — типа КПК или самодельные.

Особое внимание надо уделить подбору громкоговорителя и выходного трансформатора. Для приемника нужен электродинамический громкоговоритель мощностью от 1 до 3 *вт* с постоянным магнитом. Лучше купить трехваттный громкоговоритель. Вместе с ним покупай и выходной трансформатор для него. Подойдет громкоговоритель с выходным трансформатором от любого радиоприемника, в выходном каскаде которого работает лампа 6П6С (см. приложение 2). Если у тебя есть громкоговоритель с подмагничиванием, его катушку подмагничивания включай либо параллельно конденсатору C_{20}, если она имеет сопротивление порядка 10 000 *ом*, либо вместо дросселя сглаживающего фильтра $Др_2$, если ее сопротивление не более 1 200 *ом*.

Силовой трансформатор $Тр_2$ мощностью не менее 60—70 *вт*. Пригодны трансформаторы типа ЭЛС-2, СТ-80, от приемника «Салют» и др. (см. приложение 3). В описываемом приемнике использован силовой трансформатор от приемника «ВЭФ-Аккорд». Трансформатор может быть и самодельным. Для самодельного трансформатора нужен сердечник с площадью поперечного сечения не менее 10 *см*². Предохранитель *Пр* — на ток 2 *а*.

Покупая ламповые панельки, имей в виду, что для лампы 6П1П нужна не семиштырьковая панелька, как для ламп 6Ж3П, а девятиштырьковая. Вместо лампы 6П1П можно использовать в выходном каскаде более современную лампу 6П14П. Она дает несколько большее усиление. В этом случае величину сопротивления смещения R_{10} необходимо уменьшить до 120—130 *ом*.

Конструкция и монтаж. Расположение на шасси основных деталей приемника показано на рис. 233. Сверху на шасси находятся все лампы, катушки, блок конденсаторов переменной емкости и все детали выпрямителя.

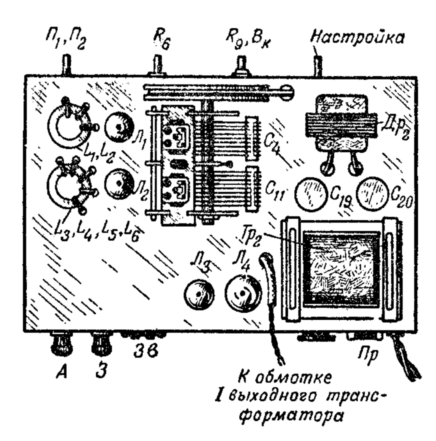


Рис. 233. Расположение деталей на шасси трехлампового сетевого радиоприемника.

На передней панели шасси укреплены переключатель и переменные сопротивления, на задней стенке — зажимы антенны и заземления, гнезда звукоснимателя, колодочка переключения сетевой обмотки и предохранитель. Остальные детали смонтированы в подвале шасси. Шкив блока конденсаторов и ручка настройки сделаны точно так, как в батарейном трехламповом приемнике (рис. 198). Громкоговоритель с выходным трансформатором крепятся на отражательной доске.

Верхнюю панель шасси сделай из листового алюминия или стали толщиной 1,5—2 *мм*. Она используется как общий заземленный проводник. Боковые стенки дощатые или из фанеры толщиной 8—10 *мм*. Примерные размеры шасси: длина 250—280 *мм*, ширина 150—180 *мм*, высота 45—50 *мм*. Вообще же желательно, чтобы шасси было цельнометаллическое. Можно использовать шасси какого-либо радиоприемника заводского изготовления (продаются в радиомагазинах).

Сверху и в подвале шасси около зажимов антенны и заземления много свободного места. Пусть это тебя не волнует — оно заполнится, когда этот приемник ты превратишь в супергетеродин.

Сборку и монтаж приемника делай в таком порядке. Сначала на шасси укрепи ламповые панельки, силовой трансформатор, дроссель фильтра выпрямителя, электролитические конденсаторы, блок конденсаторов переменной емкости, затем переключатель диапазонов, переменное сопротивление, гнезда антенны, заземления и звукоснимателя, дроссель высокой частоты. Катушки колебательных контуров и подстроечные конденсаторы крепи последними. После этого сделай все соединения, которые заведомо не придется переделывать. К ним относятся, например, цепи накала и катодов ламп, заземление корпусов переменных сопротивлений. Проверь, надежны ли соединения сердечников силового трансформатора, корпусов переключателя и блока конденсаторов переменной емкости с панелью шасси, не замыкаются ли на шасси гнезда антенны и звукоснимателя. Затем монтируй выпрямитель, выходной и детекторный каскады и заканчивай монтажом каскада высокой частоты.

Принимай меры, чтобы проводники сеточных и анодных цепей каждого каскада были возможно больше удалены друг от друга и не проходили параллельно. Иначе между этими цепями может появиться паразитная связь, приводящая к самовозбуждению приемника. Все соединительные проводники, особенно проводники сеточных и анодных цепей, должны быть по возможности короткими. Нужно также стремиться к тому, чтобы все детали, относящиеся к данному каскаду, были сгруппированы около панельки его лампы. Но в то же время избегай нагромождения деталей. Располагай детали по возможности так, чтобы доступ к каждой из них был свободен. Полезно на выводы конденсаторов и сопротивлений до монтажа надеть картонные бирки с пометками их величин и порядковых номеров на схеме. Это поможет лучше ориентироваться в схеме во время налаживания приемника. Годность всех деталей следует проверять до того, как они будут замонтированы.

Коротко об экранировании. Под словом «экранирование» имеется в виду ограждение проводников и деталей приемника от взаимной связи через образующиеся вокруг них электрические и магнитные поля. Если не делать экранирования, приемник будет склонен к самовозбуждению, в громкоговорителе могут возникнуть свист, вой, значительный фон переменного тока. Представь себе, что в проводнике цепи управляющей сетки лампы $Л_2$ будет наводиться небольшое переменное напряжение от воздействия на него полей проводников сети или силового трансформатора. Это напряжение вместе с колебаниями звуковой частоты будет усилено двумя каскадами. В результате в громкоговорителе будет слышен сильный гул — фон переменного тока. Если в том же сеточном проводнике лампы $Л_2$ под воздействием на него полей анодных проводников выходной лампы будет наводиться переменное напряжение звуковой частоты, то создастся паразитная обратная связь, которая может привести к самовозбуждению в приемнике колебаний низкой частоты. Паразитная связь может возникнуть также между дроссе-

лем высокой частоты и сеточным проводником первой лампы, если не экранировать дроссель.

Экранировать нужно проводники цепей управляющих сеток второй и третьей ламп, проводники, идущие к управляющей сетке лампы $Л_2$ от незаземленного гнезда звукоснимателя, от конденсатора C_{16} к регулятору громкости.

Экранирование высокочастотного дросселя достигается помещением его в металлический чехол — экран, который соединен с шасси. Для монтажа используются проводники в металлических оболочках, которые также соединяются с шасси.

Экранированный провод можно сделать самому следующим образом: на кусок монтажного провода надень резиновую, кембриковую или полихлорвиниловую изоляционную трубку, а поверх нее навей тонкий провод. Эта проволочная оболочка и будет экраном.

Внешний вид готового приемника показан на рис. 234. Ящик сделай из толстой фанеры, хорошо его отполируй. В передней стенке ящика (тоже из толстой фанеры) выпили отверстия для громкоговорителя и шкалы. Переднюю стенку ящика снаружи обклей декоративной тканью, а затем укрепи в ящике. Края отверстия шкалы должны быть обрамлены фанерной отполированной накладкой. Сзади ящик закрывается фанеркой с вентиляционными отверстиями или рамкой, затянутой тонкой материей, чтобы внутрь свободно проходил воздух.

В дне ящика полезно сделать большое прямоугольное отверстие, чтобы можно было добраться до монтажа, не вынимая приемник из ящика.

Приемник, о котором сейчас шел разговор, представляет собой довольно сложную конструкцию. В схеме его можно и «запутаться». Поэтому рекомендуем вычертить схему на большом листе бумаги и повесить ее на стене или положить перед собой на стол. Во время монтажа помечай на схеме установленные детали и сделанные соединения какими-либо условными знаками, например обводи их кружочками. Это поможет избежать недоделок, будет способствовать плановости в работе.

Какие изменения или дополнения могут быть внесены в схему этого приемника? Скажем о некоторых из них.

Лампу 6Ж3П первого каскада можно заменить лампами старых типов: 6К3, 6К7, 6К9С. В детекторном каскаде можно использовать пентод 6Ж8, 6Ж7, пентодную часть 6Б8С, а в выходном каскаде — 6П6С. При замене ламп надо изменить монтаж в соответствии с цоколевкой новых ламп. В детекторном каскаде вместо пентода можно использовать триод, например 6Ф5С. В этом случае из схемы нужно исключить детали цепи экранирующей сетки.

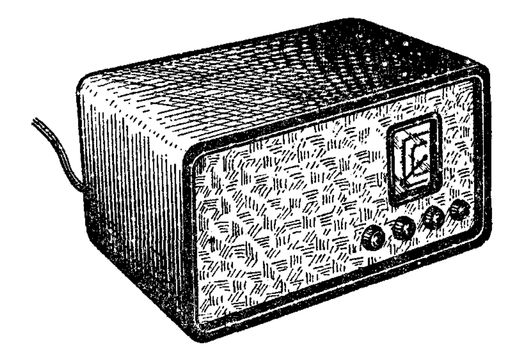


Рис. 234. Общий вид самодельного трехлампового радиоприемника.

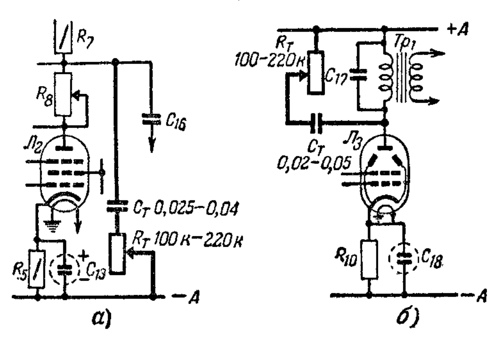


Рис. 235. Схемы включения регулятора тембра звука.

Можно повысить выходную мощность приемника, заменив лампу 6П1П лампой 6П3С, соответственно подобрав электродинамический громкоговоритель и выходной трансформатор. Величина сопротивления R_{10} при использовании лампы 6П3С должна быть 180—200 *ом*.

При желании можно ввести в схему регулятор тембра, который позволит по желанию делать звучание громкоговорителя более глухим или более звонким.

На рис. 235 приведены две схемы регулировки тембра звука. В обеих схемах регулятор тембра образуется конденсатором C_m и переменным сопротивлением R_m. В схеме *а* эта цепь включена между анодным нагрузочным сопротивлением лампы $Л_2$ и минусом приемника, а в схеме *б* — параллельно первичной обмотке выходного трансформатора. Она может быть включена также между анодом выходной лампы и минусом анодного напряжения. При всех этих схемах включения регулятор тембра звука будет давать примерно одинаковый результат; чем меньшая величина сопротивления R_m будет включена в цепь, тем больше будут ослабляться верх-

ние звуковые частоты, тем глуше будет звук [1]. Во всех случаях цепь регулятора тембра звука включай в схему только после того, как радиоприемник будет испытан и налажен.

Налаживанию радиоприемника мы посвятим специальную беседу. Сейчас же дадим несколько советов и схем для экспериментирования.

НЕКОТОРЫЕ СОВЕТЫ

Колебательные контуры и их включение. Описывая приемники, мы давали конкретные указания о данных катушек колебательных контуров. Однако использование в приемниках именно таких катушек вовсе не обязательно. Настраивать контур в пределах того или иного диапазона можно, применяя катушки и других конструкций. В любом приемнике, в том числе и в трехламповом, могут быть использованы готовые или самодельные катушки с высокочастотными магнитными (магнетитовыми, альсиферовыми, карбонильными) сердечниками. Применение сердечников повышает качество контуров, уменьшает размеры катушек и числа их витков. Высокочастотные магнитные сердечники, кроме того, облегчают налаживание приемника.

В колебательных контурах приемников, о которых мы рассказали в этой беседе, использовались катушки с отводами. Это позволяло при помощи одной катушки производить настройку приемника в пределах разных диапазонов. Однако для каждого диапазона можно иметь отдельную катушку, как это сделано, например, в походном и трехламповом батарейных приемниках. Использование отдельных катушек несколько облегчает подстройку контуров при налаживании приемников.

Не исключено, что во время налаживания приемника тебе придется производить «подгонку» контуров под нужные диапазоны частот, несколько изменяя индуктивность катушек, доматывая или отматывая их витки. Чтобы избавиться от этой кропотливой работы, можно использовать катушки с подстроечными секциями, подобные простейшему вариометру.

Вспомни схему походного приемника (рис. 192). Его входная цепь для упрощения конструкции не настраивается; такой вход может быть сделан в любом приемнике, имеющем каскад высокой частоты, если у тебя не окажется блока конденсаторов переменной емкости. При этом несколько ухудшается избирательность приемника, увеличиваются шумы, но конструкция приемника и его налаживание станут проще.

[1] Регулятор тембра может быть добавлен и в другие радиоприемники.

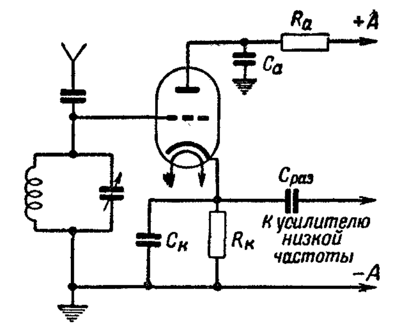


Рис. 236. Схема катодного детектора.

Сравни схемы сетевого и батарейного трехламповых приемников. На первый взгляд они могут показаться различными. Но это не так. Различие их заключается только в способе включения контуров детекторного каскада и цепи обратной связи. Эта часть схемы в том виде, как она применяется в батарейном приемнике, может быть использована и в сетевом приемнике. Результат будет примерно одинаков.

Катодный детектор. В большей части описанных нами ламповых приемников детектирование осуществляется при помощи электронной лампы, работающей в режиме сеточного детектора. Только в приемнике с фиксированной настройкой был использован диодный детектор. Существуют другие способы детектирования, среди которых есть так называемое катодное детектирование. Называют его катодным потому, что напряжение низкой частоты, получающееся в результате детектирования, снимается не с анодного сопротивления как в сеточном детекторе, а с сопротивления, включенного в цепь катода лампы (рис. 236). Величина этого сопротивления 47—220 *ком*. Анод лампы для переменного тока заземлен через конденсатор C_a емкостью 1—2 *мкф*. Сопротивление R_a и конденсатор C_a образуют ячейку развязывающего фильтра.

При отсутствии напряжения высокой частоты на управляющей сетке вследствие большой величины катодного сопротивления создается большое отрицательное напряжение смещения, которое почти «запирает» лампу. При положительных полупериодах на сетке анодный ток лампы увеличивается, а при отрицательных полупериодах он остается близким к нулевому значению. Иными словами, анодный ток появляется только при положи-

тельных полупериодах напряжения на сетке. Отрицательные полупериоды она подобно диоду как бы «срезает». Происходит детектирование.

В результате детектирования на сопротивлении $R_к$ получается напряжение низкой частоты, которое через конденсатор $C_{раз}$ может быть подано в цепь сетки лампы усилителя низкой частоты. Конденсатор $C_к$, шунтирующий сопротивление $R_к$, чтобы пропускать высокочастотную составляющую анодного тока, имеет небольшую емкость.

Катодный детектор по сравнению с сеточным при приеме местных мощных станций дает более качественное, естественное воспроизведение звука.

Такой детектор может быть применен всюду вместо диодного или сеточного детектора. Но при этом в приемник приходится добавлять каскад усиления низкой частоты, так как катодный детектор не дает усиления.

В катодном детекторе можно осуществить положительную обратную связь без применения специальной катушки. Для этого между управляющей сеткой и катодом лампы нужно включить конденсатор C_3 (рис. 237), он и создает емкостную обратную связь. Переменное сопротивление R_4, включенное последовательно с конденсатором C_7, служит для регулирования обратной связи. Сопротивление R_5 — регулятор громкости. Данные колебательного контура LC_2 ничем не отличаются от контуров других знакомых тебе приемников. На контур LC_2 могут быть поданы модулированные колебания высокой частоты, предварительно усиленные высокочастотным каскадом.

Для работы в катодном детекторе лучше всего подходит триод 6С5С или один триод лампы 6Н1П, 6Н2П, 6Н8С, 6Н9С. Второй триод такой лампы может быть использован для усиления низкой частоты.

Сеточный детектор — указатель настройки. В качестве электронного указателя настройки приемника используют лампы 6Е5С и 6Е1П. Это — не обычные электронные лампы. Они имеют светящиеся зеленым светом экраны, на которых выделяется более яркий сектор того же цвета. По величине этого сектора определяется точность настройки приемника на волну радиостанции.

Лампу 6Е5С можно использовать в детекторном каскаде любого сетевого приемника прямого усиления, например вместо лампы $Л_2$ трехлампового сетевого приемника. Она будет выполнять одновременно роль сеточного детектора и указателя настройки. Схема такого включения лампы 6Е5С показана на рис. 238. Остальная часть схемы приемника остается без каких-либо изменений. Нижний конец сопротивления R_8 можно соединить как с минусом выпрямленного напряжения, так и с катодом лампы (на схеме второе соединение показано пунктиром). В первом случае при точной настройке приемника яркий сектор экрана лампы будет сходиться, а во втором — расходиться. Лампы 6Е5С и 6Е1П хорошо работают и как предварительный усилитель низкой частоты при воспроизведении грамзаписи.

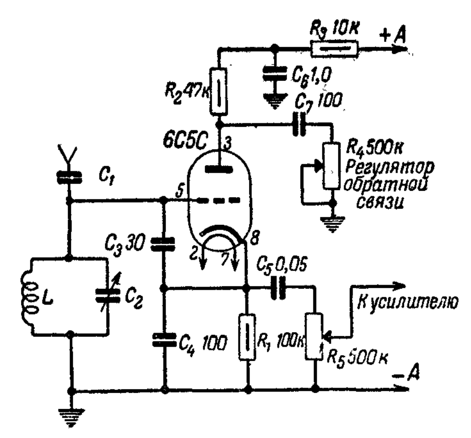


Рис. 237. Схема катодного детектора с обратной связью

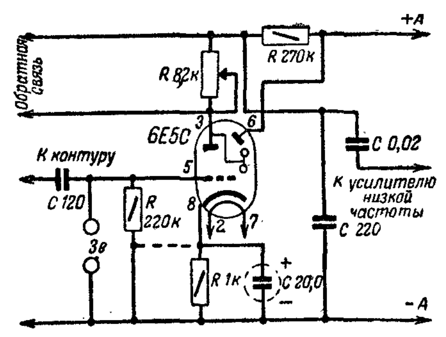


Рис. 238. Использование лампы 6Е5С или 6Е1П в качестве сеточного детектора.

Лампу 6Е5С вместе с ее панелькой надо крепить на специальном держателе в горизонтальном положении. Верхняя часть баллона лампы должна помещаться в отверстии шкалы или в лицевой стенке ящика приемника так, чтобы был виден светящийся глазок.

Беседа двадцать пятая

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ ПЕРВОЙ НЕОБХОДИМОСТИ

Радиолюбитель часто испытывает трудности в нахождении неисправностей, из-за которых приемник или усилитель работает плохо или совсем молчит. А между тем виноват в этом часто сам радиолюбитель: в одном месте недостаточно хорошо сделал пайку, в другом — плохо изолировал проводники или соединения, в третьем — замонтировал непроверенную деталь.

Но бывает, что даже совершенно хорошие на первый взгляд детали отказываются нормально работать.

Все эти неприятности надо предупреждать, проверяя каждую деталь, прежде чем вмонтировать ее. Но если они все же появятся, причины их надо уметь быстро находить и устранять.

Нужно уметь «лечить» свой приемник. А для этого надо прежде всего правильно определить «болезнь». В подобных случаях радиолюбитель становится как бы врачом, в руках которого вместо медицинской трубки — стетоскопа — и термометра должны быть измерительные приборы — вольтметр и омметр.

ОБ ЭЛЕКТРОИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРАХ

Мы уже говорили, что токи измеряют амперметрами, миллиамперметрами или микроамперметрами, напряжение — вольтметрами, милливольтметрами, а сопротивления — омметрами.

Несмотря на различия в наименованиях всех этих приборов, все они работают принципиально одинаково: отклонение их стрелок показывает, что через них течет ток. Чем больше ток, тем большее отклонение дает стрелка прибора. А шкала прибора в зависимости от того, для каких измерений приспособлен прибор, градуируется (размечается) соответственно в амперах, миллиамперах, вольтах, омах.

Всякий электроизмерительный прибор характеризуют его пределом измерения — числом ампер, миллиампер, микроампер, вольт и т. д., при котором его стрелка дает отклонение до конца шкалы.

Когда, например, говорят, что предел измерения прибора 1 *ма*, это значит, что стрелка данного прибора отклоняется до последнего деления шкалы, когда через него проходит ток 1 *ма*. Такой прибор можно включать только в ту цепь, ток в которой не превышает 1 *ма*. Ток большей величины может повредить прибор. Если же через этот прибор будет проходить меньший ток, например 0,5 *ма*, то его стрелка отклонится только наполовину шкалы. При еще меньшем токе стрелка этого прибора даст еще меньшее отклонение.

Иногда прибор характеризуют величиной тока или напряжения на одно деление его шкалы.

Существует несколько систем электроизмерительных приборов. В радиолюбительской практике применяются главным образом приборы магнитоэлектрической системы.

МАГНИТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ПРИБОР

Устройство магнитоэлектрического прибора показано на рис. 239. Он имеет сильный подковообразный или кольцевой магнит (на рис. 239 для наглядности часть одного полюса магнита не показана), между полюсами которого помещена маленькая катушка из изолированного провода, намотанного на легкой рамке. Рамка и стрелка прибора укреплены на оси. Вся эта подвижная система удерживается в небольших подшипниках.

Прибор работает следующим образом. Когда через катушку течет ток, вокруг нее образуется магнитное поле. Это поле взаимодействует с полем постоянного магнита, в результате чего катушка вместе с рамкой и стрелкой поворачиваются, отклоняясь от первоначального положения. Отклонение стрелки от «нулевой» отметки будет тем больше, чем больше ток в катушке. При повороте катушки спиральные пружинки закручиваются. Как только прекратится ток в катушке, пружинки возвращают рамку, а вместе с ней и стрелку прибора в «нулевое» положение.

Как узнать систему данного прибора, не разбирая его. Для этого достаточно взглянуть на условный знак на шкале. Если он изображает подкову с квадратиком между ее кон-

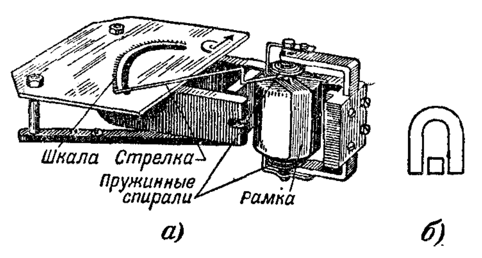


Рис. 239. Магнитоэлектрический электроизмерительный прибор.

а — устройство; *б* — обозначение на шкале.

цами, значит этот прибор магнитоэлектрической системы. Рядом с таким знаком обычно ставят стрелку, указывающую то положение прибора, в котором он должен находиться при измерениях. Вертикальная стрелка указывает, что данный прибор должен работать в вертикальном положении, а горизонтальная — в горизонтальном положении. Если не придерживаться этих указаний, то прибор будет давать неточные показания.

Если магнитоэлектрический прибор используют для измерения сравнительно больших токов, параллельно катушке присоединяют сопротивление, называемое шунтом (рис. 240,*а*). Величину шунта подбирают с таким расчетом, чтобы основной ток шел через шунт, а через катушку прибора только часть этого тока. Если из амперметра удалить шунт, пределы измерения его уменьшатся. При использовании магнитоэлектрического прибора в вольтметре последовательно с катушкой включают добавочное сопротивление (рис. 239,*б*). Оно ограничивает величину тока, проходящего через катушку, повышая общее сопротивление прибора. Шунты и добавочные сопротивления могут находиться как внутри корпусов приборов (внутренние), так и снаружи (внешние). Чтобы превратить амперметры и вольтметры в миллиамперметры, нужно изъять из них шунты и дополнительные сопротивления.

В некоторых приборах имеются еще так называемые магнитные шунты — стальные подвижные пластинки, частично замыкающие магнитные силовые линии между полюсами магнитов, минуя катушку. Этими шунтами регулируют чувствительность приборов. Наилучшая чувствительность прибора будет тогда, когда пластинка совсем не перекрывает зазор между полюсами магнита.

Для твоих измерений нужен прибор, предел измерения которого без шунтов не более 1—2 *ма*. Чем на меньший ток он рассчитан, тем лучше. Из стрелочного прибора высокой чувствительности можно сделать любой прибор для твоих измерений. Желательно, чтобы шкала прибора была возможно большего размера. Это позволит делать более точные отсчеты измеряемых величин.

Если в твоем распоряжении имеется прибор с неизвестным пределом измерения, его можно приблизительно узнать так. Удали из прибора шунты и добавочное сопротивление, если они имеются в приборе, и составь электрическую цепь из этого прибора, батарейки от карманного фонаря и сопротивления величиной 15—20 *ком*. Постепенным уменьшением величины сопротивления, заменой его другим, меньшей величины, или параллельным подключением к нему другого сопротивления добейся отклонения стрелки до последнего деления шкалы. Нельзя допускать резкого уменьшения величины добавочного сопротивления, так как это может вызвать резкий уход стрелки прибора за пределы шкалы — прибор может испортиться. Если напряжение батарейки разделить на величину подобранного сопротивления, то ты узнаешь примерный ток полного отклонения стрелки прибора.

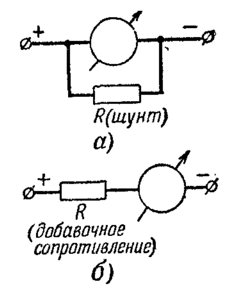


Рис. 240. Подключение шунта (*а*) и последовательного добавочного сопротивления (*б*) к электроизмерительному прибору.

Например, если полное отклонение стрелки на всю шкалу получилось при напряжении батарейки 4,5 *в* и добавочном сопротивлении 9 *ком* (9 000 *ом*), то, следовательно, ток полного отклонения стрелки этого прибора примерно равен:

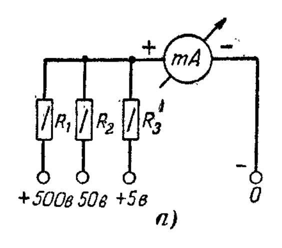
$$4{,}5 : 9\,000\ \textit{ом} = 0{,}0005\ \textit{а},\ \text{или}\ 500\ \textit{мка}.$$

ВОЛЬТМЕТР ПОСТОЯННОГО ТОКА

В твоем радиолюбительском хозяйстве очень нужен вольтметр. При помощи его ты сможешь измерять напряжения в различных цепях радиоприемника или усилителя. Для этой цели пригодны вольтметры, имеющие достаточно большое сопротивление, — так называемые высокоомные вольтметры.

Качество вольтметра оценивается его сопротивлением в омах, приходящимся на 1 *в* измеряемого напряжения (пишут: *ом/в*). Так, например, если сопротивление вольтметра, включая его добавочное сопротивление, равно 5 000 *ом*, а его шкала проградуирована для измерения напряжений до 5 *в*, то на 1 *в* измеряемого напряжения будет приходиться 1 000 *ом*. Чем меньше ток полного отклонения прибора, используемого в вольтметре, тем больше величина его добавочного сопротивления. Качество вольтметра тем выше, чем больше его общее сопротивление.

Вольтметр с малым сопротивлением на 1 *в* непригоден для измерения напряжений на анодах и сетках ламп. Такой вольтметр, «забирая» на себя большой ток, создает значительные дополнительные падения напряжения на сопротивлениях, включенных в цепи анодов и сеток. Из-за этого показания вольтметра значительно отличаются от действительных величин напряжений на электродах ламп (когда вольтметр отключен). Наиболь-



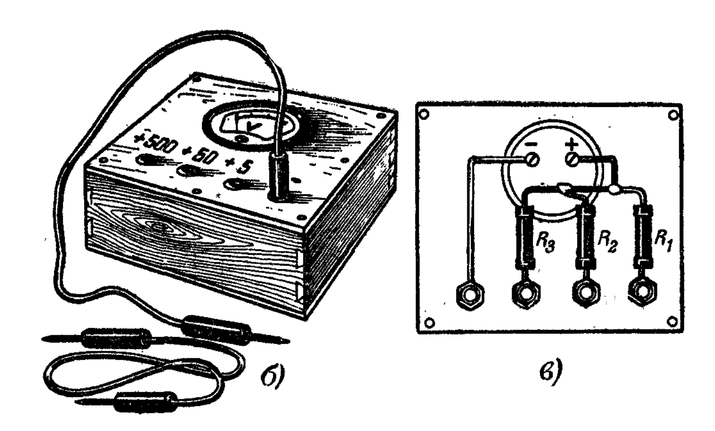


Рис. 241. Самодельный вольтметр на три предела измерений.

а — принципиальная схема; *б* — общий вид; *в* — монтажная схема.

шие погрешности в показаниях вольтметра с небольшим сопротивлением будут при измерениях в тех цепях, в которые включены сопротивления большой величины, и особенно в тех цепях, в которых течет малый ток, например в анодных цепях и цепях экранных сеток ламп 6Ж8, 1Б1П, работающих в каскадах предварительного усиления низкой частоты.

Для измерения напряжений на анодах и экранных сетках ламп пригодны вольтметры, обладающие сопротивлением (включая добавочное) не менее 1 000—2 000 *ом/в*. В приемниках и усилителях приходится измерять напряжения от нескольких вольт до нескольких сотен вольт. Поэтому вольтметр с одним пределом измерений неудобен. Например, вольтметром со шкалой на 500 *в* нельзя точно измерить напряжения 1,5—3 *в*, так как отклонение стрелки получится мало заметным. Вольтметром же со шкалой на 5 *в* нельзя измерять более высокие напряжения. Поэтому тебе нужен вольтметр, имеющий несколько пределов измерений. Схема такого вольтметра показана на рис. 241,*а*. Наличие трех добавочных сопротивлений R_1, R_2 и R_3 свидетельствует о том, что вольтметр имеет три предела измерений. В данном случае первый предел 0—5 *в*, второй — 0—50 *в* и третий — 0—500 *в*. Это наиболее удобные пределы, позволяющие измерять с достаточной точностью любые напряжения, которые могут встретиться в твоей практике.

Величины добавочных сопротивлений легко подсчитать по известной тебе формуле:

$$R = \frac{U}{I},$$

где U — напряжение в вольтах, на которое рассчитывается шкала прибора;

I — ток в амперах, при котором получается полное отклонение стрелки используемого миллиамперметра;

R — величина добавочного сопротивления для данного предела измерений.

Допустим, что ты имеешь прибор на ток 1 *ма* (0,001 *а*). Тогда величина добавочного сопротивления для предела измерений до 5 *в* (R_3 на рис. 241) должна быть

$$R = \frac{U}{I} = \frac{5}{0{,}001} = 5 \text{ ком}.$$

Подобным же образом можно подсчитать, что добавочное сопротивление для предела 0—50 *в* должно иметь величину 50 *ком*, а для предела 0—500 *в* — 500 *ком*.

Если прибор рассчитан на ток 500 *мка* (0,0005 *а*), то для тех же пределов измерений добавочные сопротивления должны иметь величины: 10 *ком* — для предела 0—5 *в*, 100 *ком* — для предела 0—50 *в* и 1 *Мом* — для предела 0—500 *в*.

Нетрудно определить, что при любом пределе измерений вольтметр с прибором на 1 *ма* будет иметь сопротивление примерно 1 000 *ом/в*, а с прибором на 500 *мка* — 2 000 *ом/в*.

Более точный расчет величин добавочных сопротивлений производят с учетом сопротивления всей цепи вольтметра, включая сопротивление катушки прибора. Но сопротивление катушки прибора по сравнению с добавочными сопротивлениями весьма мало, поэтому в любительских приборах его обычно не учитывают. Окончательную же «подгонку» сопротивлений производят опытным путем при градуировке вольтметра путем замены их, подключая к ним последовательно или параллельно другие сопротивления.

Общий вид и монтаж вольтметра показаны на рис. 241,*б* и *в*. Миллиамперметр, добавочные сопротивления к нему и гнезда смонтированы на прямоугольной панели, изготовленной из листового гетинакса, органического стекла или в крайнем случае из сухой фанеры.

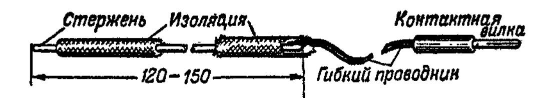


Рис. 242. Устройство щупа для подключения вольтметра к проверяемой схеме.

Панель эта служит одновременно крышкой ящика вольтметра.

Подключение вольтметра к измеряемым цепям производится при помощи двух щупов. Один из них постоянно включен в гнездо, обозначенное на рис. 241,*а* знаком «—».

Устройство щупа показано на рис. 242. Он состоит из медного или латунного стержня (куска толстого провода) диаметром 3—4 *мм* и длиной 120—150 *мм*. Один конец стержня заострен. К другому его концу припаян гибкий (многожильный) изолированный проводник, оканчивающийся однополюсной штепсельной вилкой, которая вставляется в гнездо вольтметра. На стержень надета изолирующая (кембриковая, полихлорвиниловая, эбонитовая) трубка. Она закрывает весь стержень щупа, включая место спайки его с гибким проводником. Из трубки выступает только заостренный кончик стержня, которым можно прикасаться к монтажным проводам.

Если у тебя не окажется подходящей трубки, стержень щупа закатай в полоску бумаги, предварительно промазав ее клеем БФ-2 или каким-либо клейким лаком, и хорошенько просуши. Толщина бумажного слоя должна составлять 0,5—0,8 *мм*. Сверху бумажную изоляцию покрой лаком или покрась масляной краской.

В вольтметре можно использовать заводскую шкалу прибора или вычертить новую (рис. 243). Размер новой шкалы должен соответствовать размеру прежней. Вся шкала сначала делится на пять равных частей, которые будут соответствовать единицам, десяткам или сотням вольт. Чтобы можно было вести точные отсчеты, каждая пятая часть шкалы разделена еще на пять равных частей. При отсчете напряжений в пределах 0—5 *в* надо пользоваться нижним, в пределах 0—50 *в* — средним и в пределах 0—500 *в* — верхним рядами цифр.

Окончательная подгонка добавочных сопротивлений по шкале вольтметра производится после того, как прибор полностью смонтирован. Для этого нужны источники напряжений и контрольный, дающий правильные показания, вольтметр. В качестве источников небольших напряжений можно использовать сухие элементы; большие напряжения можно получить от анодных батарей или выпрямителя.

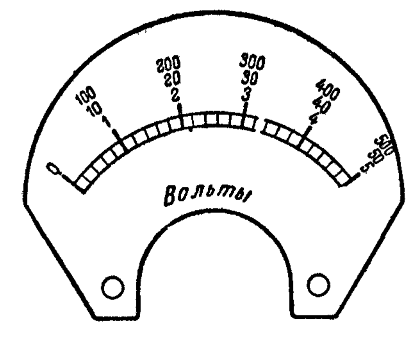


Рис. 243. Образец шкалы вольтметра на три предела измерений.

Соедини параллельно свой вольтметр и контрольный ($V_к$ на рис. 244). На обоих вольтметрах установи одинаковые пределы измерений. Присоедини к ним источник постоянного тока, дающий напряжение, близкое к данному пределу измерений, например 4,5 *в* для 5-вольтовой шкалы. Сличи показания вольтметров, а затем изменением величины добавочного сопротивления добейся, чтобы показание твоего вольтметра совпадало с показанием контрольного вольтметра. Если контрольный прибор показывает, например, 4,5 *в*, а самодельный 4,1 *в*, то величину добавочного сопротивления уменьшай и, наоборот, увеличивай, если показание твоего вольтметра превышает показание контрольного. Точно так же подгоняются величины добавочных сопротивлений и для других пределов измерений.

Шкала вольтметра постоянного тока почти равномерна, поэтому проверять его показания по всей шкале не обязательно. Если ты все же захочешь сделать такую проверку, присоедини другие напряжения и сверь показания вольтметров на других частях шкалы.

При подгонке сопротивлений для 50- и 500-вольтовых шкал достаточно подогнать добавочные сопротивления при напряжениях 20—30 и 200—250 *в* соответственно, а затем сверить показания вольтметров при других, еще более низких напряжениях.

Чтобы избежать опасности удара током высокого напряжения во время подгонки сопротивления 500-вольтовой шкалы, изменять величину сопротивления нужно только при выключенном источнике напряжения.

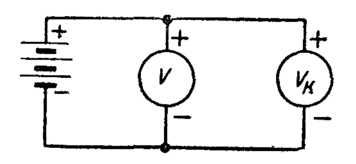


Рис. 244. Схема для градуировки вольтметра.

ОММЕТР

Прибор для измерения сопротивлений — омметр — также является очень необходимым измерительным прибором. Сущность его действия заключается в том, что при включении в цепь, составленную из магнитоэлектрического миллиамперметра и источника постоянного тока, различных сопротивлений, величина тока этой цепи меняется. Соответственно изменяется и угол отклонения стрелки прибора. Шкала такого прибора градуируется в омах.

Для изготовления простейшего омметра нужен милли- или микроамперметр, источник постоянного тока, например батарейка от карманного фонаря, и сопротивление. Составь из этих деталей замкнутую электрическую цепь (рис. 245,*а*). Добавочное сопротивление R подбери так, чтобы стрелка прибора давала отклонение на всю шкалу. Зная напряжение источника тока и ток полного отклонения прибора, величину этого сопротивления можно подсчитать по той же формуле, по которой мы рассчитывали величину добавочного сопротивления к вольтметру. Подобрав добавочное сопротивление, разорви цепь, а образовавшиеся при этом концы проводников снабди зажимами или гнездами (рис. 245,*б*). Обозначь их буквами R_x, что значит неизвестное сопротивление.

Шкалу прибора нужно отградуировать в омах. Для этого к гнездам R_x подключай разные сопротивления известных величин, а получающиеся отклонения стрелки каждый раз отмечай на шкале. Делай это так. Сначала к гнездам R_x присоедини сопротивление, например 100 *ом*. Полное сопротивление цепи теперь стало больше на величину сопротивления, включенного в цепь. Соответственно и ток в цепи уменьшился — стрелка прибора не отклоняется до конца шкалы. Это положение стрелки отметь на шкале черточкой, а около нее напиши: «100 *ом*» (рис. 246).

Потом к гнездам R_x подключи сопротивление 200 *ом*. Стрелка прибора отклонится

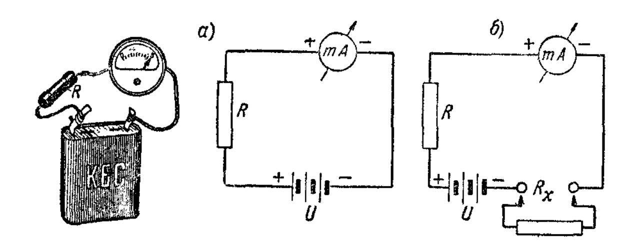


Рис 245. Простой омметр.
а — схема для подбора сопротивления; *б* — законченная схема.

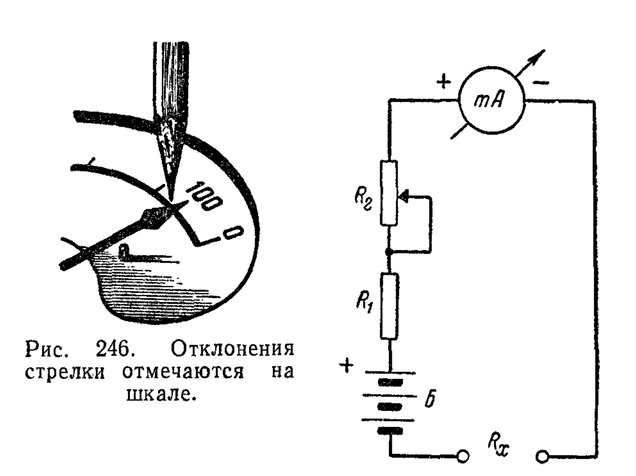


Рис. 246. Отклонения стрелки отмечаются на шкале.

Рис. 247. Практическая схема омметра.

еще меньше. Отметь и это положение стрелки на шкале. Далее присоединяй поочередно сопротивления величиной 500, 1 000, 2 000 *ом* и т. д. и отмечай получающиеся в каждом случае отклонения стрелки.

Если к гнездам R_x. отградуированного таким способом омметра присоединить неизвестное сопротивление, то, пользуясь его шкалой, можно узнать величину этого сопротивления. Когда ты будешь замыкать гнезда R_x накоротко, стрелка прибора должна устанавливаться на самом правом делении шкалы. Это соответствует «нулю» омметра. «Нуль» же бывшего миллиамперметра в омметре будет соответствовать очень большому сопротивлению. Показания такого омметра будут правильными до тех пор, пока не уменьшится напряжение батарейки. При уменьшении напряжения батарейки вследствие ее разряда стрелка прибора уже не будет устанавливаться на «нуль» и омметр будет давать неточные показания. В этом заключается недостаток омметра по схеме рис. 245.

Он устранен в омметре, собранном по схеме рис. 247. Здесь последовательно с прибором и постоянным сопротивлением R_1 включено переменное сопротивление R_2. Второе сопротивление служит для установки стрелки омметра на «нуль». Пока батарейка дает напряжение 4,5 *в*, в цепь вводится бóльшая часть сопротивления R_2. По мере разряда батарейки величину этого сопротивления уменьшают. Таким образом можно регулировать величину тока в цепи и устанавливать стрелку омметра на «нуль». Сопротивление R_2 обычно называют сопротивлением установки омметра на нуль.

Величина сопротивления R_2 омметра должна составлять $^1/_{10}$—$^1/_8$ часть от величины об-

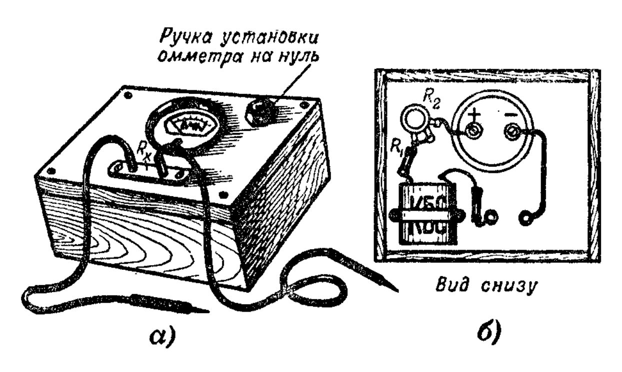


Рис. 248. Самодельный омметр.
а — внешний вид; *б* — монтажная схема.

щего последовательного сопротивления. Если, например, сопротивление по расчету должно быть 4 500 *ом*, то переменное сопротивление R_2 надо взять 500—600 *ом*, а сопротивление R_1—4 000—3 900 *ом*. При этом надобность в точной подгонке величины сопротивления R_1 отпадает.

На рис. 248 показаны общий вид и монтаж омметра, который выполнен по схеме рис. 247. В нем использованы миллиамперметр с пределом измерения тока 1 *ма*, сопротивление R_1=4 000 *ом*, сопротивление R_2=500 *ом* и батарейка от карманного фонаря напряжением 4,5 *в*. Омметр смонтирован на гетинаксовой панельке, служащей одновременно крышкой ящичка. Ось переменного сопротивления снабжена ручкой.

Градуировку шкалы омметра делай по сопротивлениям с заведомо известными величинами, а еще лучше при помощи магазина сопротивлений (имеется в физическом кабинете школы). Образец шкалы омметра показан на рис. 249.

Омметром, в котором использованы миллиамперметр с пределом измерения тока 1 *ма* и батарейка с напряжением 4,5 *в*, можно с достаточной точностью измерять сопротивления в пределах от нескольких сотен ом до 0,1—0,2 *Мом*.

Пользование омметром несложно. Всякий раз перед измерениями стрелку омметра устанавливай на «нуль», замкнув накоротко оголенные концы щупов. Затем, прикасаясь щупами выводов измеряемого сопротивления, определяй его величину по градуированной шкале прибора. С течением времени стрелка прибора не будет устанавливаться на «нуль». Это укажет на то, что батарейка настолько разрядилась, что ее нужно заменить новой.

ПРИМЕНЕНИЯ ОММЕТРА

Омметр нужен не только для измерения сопротивлений. Омметром можно, например, проверить, нет ли обрывов в контурных катушках, в катушках телефона, в обмотках трансформатора, выяснить, не замыкаются ли между собой катушки или обмотки трансформатора. При помощи омметра можно найти выводы обмоток трансформатора, а по величине сопротивлений обмоток судить об их назначении. Омметром можно проверить, не оборвана ли нить накала лампы, не соединяются ли между собой электроды лампы. Замыкания в монтаже или между обкладками конденсатора, надежность контактных соединений и многое другое также можно определять омметром.

Запомни, как ведет себя омметр при испытании конденсаторов. Если прикоснуться щупами омметра к выводам конденсатора, стрелка прибора даст мгновенное отклонение и сейчас же возвратится в положение очень большого сопротивления. Этот бросок стрелки, получающийся за счет тока заряда конденсатора, будет тем больше, чем больше емкость конденсатора. При испытании конденсаторов малой емкости броски стрелки так малы, что незаметны, так как зарядный ток таких конденсаторов ничтожно мал.

Если при испытании конденсатора стрелка омметра отклоняется до «нуля», значит конденсатор пробит; если же омметр после отклонения стрелки от тока заряда покажет сопротивление, значит конденсатор имеет большую утечку. Разумеется, такие конденсаторы монтировать в приемник нельзя.

КОМБИНИРОВАННЫЙ ПРИБОР

Ты, наверное, обратил внимание на то, что в вольтметре и омметре, о которых мы рассказали, используются одинаковые стрелочные приборы. Невольно напрашивается вопрос: нельзя ли вольтметр и омметр объединить в одном приборе? Можно.

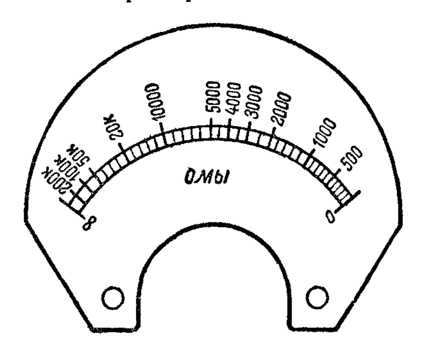


Рис. 249. Образец шкалы омметра.

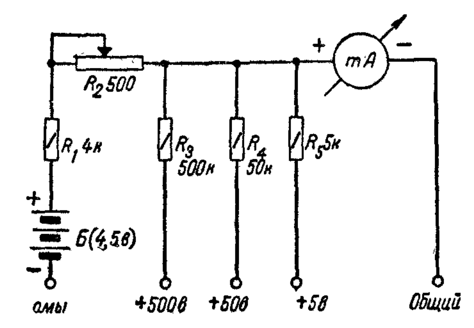


Рис. 250. Принципиальная схема вольт-омметра.

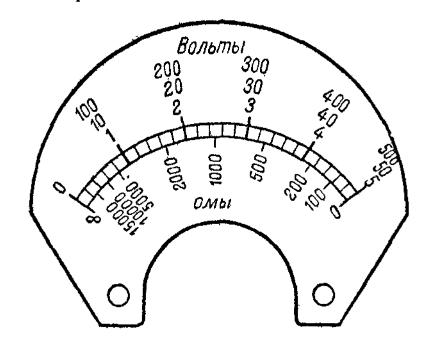


Рис. 251. Образец шкалы вольт-омметра.

Принципиальная схема такого прибора приведена на рис. 250. Здесь батарейка *Б*, добавочное сопротивление R_1 и переменное сопротивление R_2 вместе с миллиамперметром *mA* образуют омметр, а добавочные сопротивления R_3, R_4, R_5 и тот же миллиамперметр — вольтметр постоянного тока. Получается комбинированный прибор, которым можно пользоваться и как вольтметром и как омметром. Такой прибор называют **вольтомметром**.

Изготовление и градуировка вольт-омметра ничем не отличаются от указанных выше вольтметра и омметра. Надо только выбрать подходящий электроизмерительный прибор, рассчитать и подобрать сопротивления к нему, продумать конструкцию ящика в соответствии с рекомендуемым положением прибора (вертикальную или горизонтальную). Величины сопротивлений, указанные в схеме рис. 249, соответствуют случаю, когда применен миллиамперметр с током полного отклонения 1 *ма*. Образец проградуированной шкалы вольт-омметра с таким прибором показан на рис. 251.

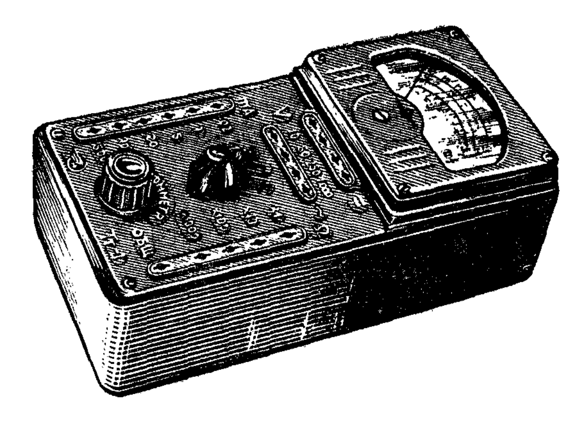


Рис. 252. Универсальный измерительный прибор ТТ-1.

Если у тебя будет прибор с хорошей заводской шкалой, но не на пять, а, скажем, на три или восемь делений, ее целесообразнее сохранить. В этом случае надо изменить только пределы измерений вольтметра так, чтобы они были кратны делениям шкалы, например 3, 30, 300 *в*. Шкалу же омметра можно вычертить на отдельном кусочке плотной бумаги и укрепить на передней стенке ящичка вольтомметра.

Проводники щупов желательно сделать разноцветными, например черным и красным. Первый будет всегда общим (минус прибора) для любых измерений, а второй — переключающимся в зависимости от рода и пределов требуемых измерений. Переход с одного вида измерений на другой можно осуществить с помощью многоконтактного переключателя. В этом случае прибор будет иметь всего два зажима или гнезда, к которым подключаются щупы.

Кроме вольт-омметров, существуют и другие, более сложные комбинированные измерительные приборы, объединяющие амперметры, вольтметры и омметры. Их называют **авометрами**. К их числу относится, например, выпускаемый нашей промышленностью тестер типа ТТ-1 (рис. 252). Он может быть использован как амперметр, миллиамперметр, омметр и вольтметр постоянного и переменного тока с несколькими пределами измерений. Таким прибором можно производить очень многие измерения. Если представится возможность, купи такой прибор, он многие годы будет твоим верным помощником.

Беседа двадцать шестая

ИСПЫТАНИЕ И НАЛАЖИВАНИЕ РАДИОПРИЕМНИКА

Ты смонтировал приемник. Можно ли сказать, что он готов. Пока еще нет. Вот когда ты его испытаешь, наладишь и установишь в ящик, тогда с чистой совестью можешь сказать, что он готов. Это касается в равной степени и усилителя.

Испытание и налаживание смонтированного приемника — наиболее ответственный и в то же время самый интересный момент. Успех этого дела во многом зависит от тебя самого. Если ты хорошо усвоил назначение каждой детали, работу каждого каскада и приемника в целом, ты успешно справишься с этой задачей.

В какой последовательности вести эту работу? Прежде всего проверь качество монтажа. Встряхни приемник 2—3 раза, подергай за сопротивления, конденсаторы и проводники. Пусть лучше сейчас отлетят плохо укрепленные детали и проводники, чем искать ненадежные соединения в процессе налаживания. Затем путем «прогулок» по монтажу тщательно сверь его с принципиальной схемой, нет ли ошибок. После этого испытай источники питания, выходной каскад и всю низкочастотную часть приемника, а уж потом приступай к налаживанию каскада высокой частоты и подстройке в резонанс контуров. Не торопись. Поспешность может повредить делу.

ПРОБНИКИ

Большую услугу в налаживании детекторного и усилительных каскадов, а также в отыскании неисправностей в них тебе может оказать простой пробник. Его схема и устройство показаны на рис. 253. С помощью такого пробника ты можешь «прослушать» работу всех цепей приемника, в том числе и высокочастотного каскада.

Он представляет собой дощечку размером примерно 40×60 *мм*, на которой смонтированы гнезда для включения телефонных трубок и щупов, детектор и конденсатор емкостью 0,01—0,02 *мкф*. Щупами приборчик подключается к испытываемым цепям радиоприемника. Штепсельная ножка провода щупа *а* постоянно вставлена в гнездо *О*, переключается только провод щупа *б*. Когда штепсельная ножка щупа *б* находится в гнезде *1*, телефон подключается к испытываемой цепи через точечный полупроводниковый диод ДГ-Ц, Д2 или Д1; когда она вставлена в гнездо *2*, телефон подключается через конденсатор, а когда эта ножка вставлена в гнездо *3*, то телефон подключается непосредственно к испытываемой цепи.

Первое включение пробника предназначено для прослушивания высокочастотных цепей приемника. В этом случае модулированные колебания высокой частоты детектируются, а получаемые колебания низкой частоты преобразуются телефоном в звук. Второе и третье включения провода щупа *б* применяются при проверке низкочастотных цепей приемника. Когда щуп соединен с гнездом *2*, конденсатор преграждает путь постоянному току через телефон, пропуская через него только токи низкой частоты; когда же щуп соединен с гнездом *3*, через телефон могут протекать как постоянный ток, так и токи низкой частоты.

Если катушки колебательных контуров твоего радиоприемника не имеют подвижных высокочастотных магнитных сердечников, в ускорении их настройки тебе поможет испытательная палочка (рис. 254). Ее можно сделать из любого изоляционного материала, хотя бы из дерева. На одном конце палочки укрепи высокочастотный магнитный сердечник, а на другом — кусочек латуни, красной меди или бронзы. Диаметр палочки определяется имеющимся магнитным сердечником. Длина палочки 100—120 *мм*.

Если вводить внутрь каркаса катушки палочку с магнитным сердечником, собственная частота контура уменьшается. При введении

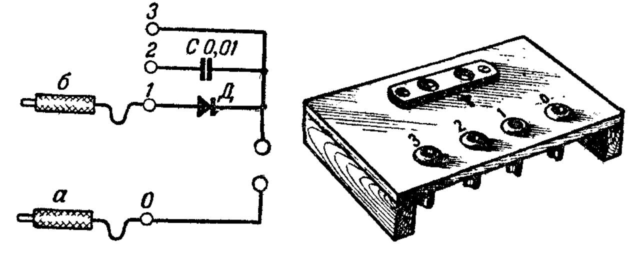


Рис. 253. Принципиальная схема и устройство пробника для проверки цепей радиоприемника.

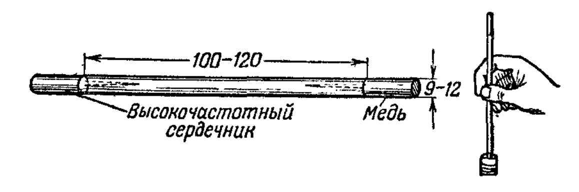


Рис. 254. Испытательная палочка и пользование ею.

в катушку медного наконечника частота контура увеличивается. Пользуясь этим свойством палочки, нетрудно определить, в какую сторону надо изменять индуктивность или емкость одного из контуров, чтобы настроить его в резонанс со вторым контуром.

ИСПЫТАНИЕ ВЫПРЯМИТЕЛЯ И ВЫХОДНОГО КАСКАДА

Для примера расскажем о порядке испытания и налаживания трехлампового сетевого приемника, собранного по схеме рис. 232.

Прежде всего проверь правильность включения первичной обмотки силового трансформатора в соответствии с напряжением сети. Удали из приемника все лампы, в том числе и кенотрон. Лампочку, освещающую шкалу, не трогай. Она при включении трансформатора в сеть должна засветиться полным накалом. Трансформатор оставь включенным в сеть на 5—8 *мин.* Он совсем не должен нагреваться. За это время проверь, подается ли напряжение к накальным гнездам ламповых панелек. Это можно сделать при помощи вольтметра переменного тока или лампочки накаливания на 6,3 *в.* Если лампочка горит, когда подключаешь ее поочередно ко всем накальным гнездам, значит цепь накала ламп в порядке. Нагрев трансформатора или перегорание предохранителя укажут на то, что в цепях, подключенных к накальным обмоткам трансформатора, имеется короткое замыкание. Если в монтаже нет ошибок и замыканий, а предохранитель перегорает, значит неисправность кроется внутри самого трансформатора.

При отсутствии этих неполадок вставь в панельки выходную лампу и кенотрон. Другие лампы пока не включай. Через 40—50 *сек* (время прогрева ламп) в громкоговорителе должен появиться чуть заметный фон переменного тока. Если теперь дотронуться отверткой до вывода управляющей сетки выходной лампы, фон в громкоговорителе усилится. Это — признак того, что выходная лампа работает.

Далее вольтметром постоянного тока измерь напряжения на выходном конденсаторе фильтра выпрямителя, на аноде и экранной сетке выходной лампы и напряжение смещения на ее управляющей сетке. Для этого отрицательный полюс прибора присоедини к общему минусу приемника, а вторым щупом, соединенным с положительным полюсом вольтметра, поочередно прикасайся выводов конденсаторов фильтра выпрямителя, гнезд анода, экранной сетки и катода выходной лампы. Примерные напряжения, которые должны быть на выходе выпрямителя и электродах лампы, указаны на принципиальной схеме приемника. В зависимости от используемого силового трансформатора они могут быть немного меньше или больше. Но независимо от этого напряжения на экранной сетке и на выходе выпрямителя должны быть одинаковы. Несколько меньшее напряжение будет на аноде лампы (часть напряжения теряется на сопротивлении первичной обмотки выходного трансформатора) и несколько большее на конденсаторе, включенном до дросселя фильтра выпрямителя.

Если до дросселя выпрямителя напряжение есть, а после дросселя нет, значит в его обмотке обрыв. Отсутствие напряжения на аноде лампы укажет на обрыв в первичной обмотке выходного трансформатора. Проверить эти детали можно омметром.

Установив, что выпрямитель и выходная лампа работают, можно вставить детекторную лампу и приступить к испытанию и налаживанию детекторного каскада и всей низкочастотной части приемника.

ИСПЫТАНИЕ НИЗКОЧАСТОТНОЙ ЧАСТИ И ДЕТЕКТОРА

Как только детекторная лампа прогреется, прикоснись отверткой вывода ее управляющей сетки или незаземленного гнезда звукоснимателя. В громкоговорителе услышишь сильный гул. Этот звук свидетельствует о работоспособности всей низкочастотной части приемника. Качество работы усилителя низкой частоты лучше всего проверять на воспроизведении граммофонной записи при помощи звукоснимателя, проигрывая новую грампластинку хорошей иглой. Если твой звукосниматель пьезоэлектрический, не забудь параллельно его выводам включить сопротивление 100—150 *ком,* иначе на сетку лампы не будет подаваться напряжение смещения. Если при включении звукоснимателя появится свист, то поменяй местами его выводы на гнездах 3*в.* Свист может возникнуть также из-за близости шнура звукоснимателя к проводникам, идущим к громкоговорителю, или к выходному трансформатору. Их надо разносить по возможности дальше.

Проверь, как действует регулятор громкости. Нарастание громкости звука должно быть при вращении ручки в направлении движения часовой стрелки. При обратном изменении громкости звука надо поменять местами (перепаять) проводники, идущие к крайним выводам переменного сопротивления.

Если все происходит так, как мы описали, значит низкочастотная часть приемника работает хорошо. Однако не всегда все бывает благополучно. Бывает, что дотрагиваешься до сетки детекторной лампы, а гула нет. Думаешь, что регулятор громкости выведен, изменишь его положение, вновь дотронешься до сетки лампы детекторного каскада, а гула опять нет. В таких случаях подозрение падает прежде всего на плохое качество детекторной лампы. Надо проверить исправность ее нити накала или заменить лампу другой. Если и новая лампа не будет работать, надо проверить, нет ли соединения управляющей сетки с общим минусом приемника. Проводник, идущий к этой сетке, может замкнуться на экран, может произойти замыкание между обкладками конденсатора C_{12} (рис. 232).

Причины этих неисправностей можно установить, соединив незаземленный вывод звукоснимателя непосредственно с гнездом управляющей сетки лампы, отпаяв от гнезда идущий к нему проводник. Если и при таком включении звукоснимателя усилитель не работает, можно предположить, что существует разрыв в цепи катода или сопротивление смещения R_5 имеет слишком большую величину. Надо попробовать замкнуть это сопротивление накоротко.

Но и эти подозрения могут не оправдаться. Тогда неполадки надо искать в анодной цепи лампы $Л_2$: в катушках обратной связи L_5 и L_6, в сопротивлении R_7, в конденсаторе C_{15}. В катушках может быть обрыв, сопротивление может оказаться перегоревшим. Достаточно быть одной из этих неполадок, чтобы каскад не работал. Такие неисправности легче всего выявить при помощи вольтметра и омметра. Имей в виду, что пользоваться омметром можно только при выключенном питании приемника.

Цепь обратной связи в работе усилителя при воспроизведении граммофонных записей не принимает участия. Поэтому ее можно временно исключить, чтобы отпало подозрение на этот участок схемы. Для этого надо отключить катушку обратной связи и переменное сопротивление, которым регулируется обратная связь, а анодное сопротивление R_7 с конденсаторами C_{15} и C_{16} припаять непосредственно к анодному гнезду панели лампы $Л_2$ (рис. 255).

Добившись нормальной работы низкочастотной части приемника при проигрывании грампластинки, переходи к испытанию детекторного каскада на прием радиостанций. Подключи к катушке L_3 антенну через конденсатор емкостью 68 — 100 *пф* (рис. 256), а разделительный конденсатор C_8, идущий от дросселя анодной цепи первого каскада, отключи. Включи на место катушки обратной связи и потенциометр для ее регулирования. Выключи звукосниматель. Присоедини заземление.

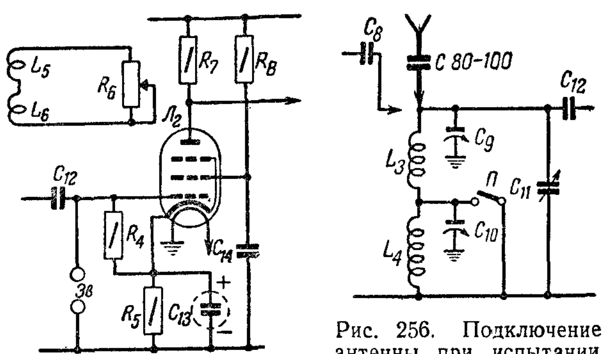


Рис. 255. На время испытания усилителя низкой частоты цепь обратной связи можно отключить.

Рис. 256. Подключение антенны при испытании детекторного каскада.

Прослушай сначала средневолновой, а потом длинноволновой диапазоны. Проверь надежность контактов в переключателе диапазонов и действие обратной связи. Если при вращении ручки потенциометра R_6 генерация не возникает, поменяй местами выводы катушки обратной связи.

Если же приемник совсем не будет работать, ищи неисправность в колебательном контуре. Могут быть плохие контакты, обрывы в катушках, замыкание между пластинами конденсатора переменной емкости или подстроечных конденсаторов. Эти неисправности легко обнаружить внешним осмотром деталей или раздельной проверкой каждой из них с помощью омметра. Проверяя конденсаторы, обязательно отключи от них катушки, иначе омметр будет показывать короткое замыкание.

Теперь расскажем, как проверять детекторный каскад и низкочастотные цепи приемника пробником. Вставь штепсельную ножку провода щупа *б* в гнездо *1* пробника и прикоснись концом одного из щупов к металлическому шасси, а концом другого щупа к верхнему выводу (по схеме рис. 257) катушки L_3.

При этом колебательный контур с подключенным к нему пробником работают как детекторный приемник — передача слышна, но негромко.

Для проверки наличия низкочастотной составляющей в анодной цепи лампы $Л_2$ щуп *б* вставляем в гнездо *2* пробника и прикасаемся этим щупом к выводу анода лампы, потом к нижнему концу сопротивления R_7, к выводам

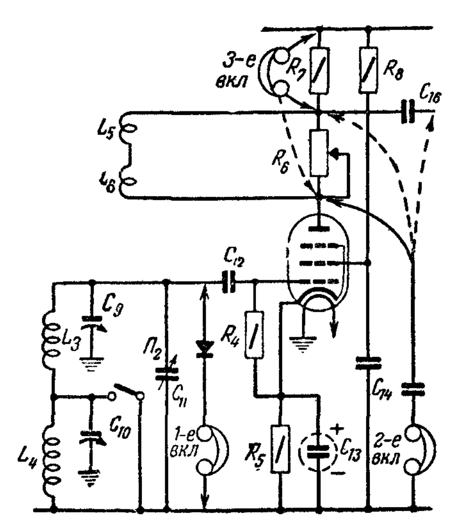


Рис. 257. Испытание детекторного каскада с помощью пробника.

обкладок конденсатора C_{16}. Если лампа $Л_2$ работает нормально, при всех этих включениях пробника в телефоне будет громко слышна передача. Но если в анодной цепи лампы имеется обрыв или плохой контакт, то, естественно, лампа работать не будет. Чтобы убедиться в этом, штепсельную ножку щупа *б* надо вставить в гнездо *3* пробника и подключить его между анодом лампы $Л_2$ и какимлибо проводником, соединенным с лепестком конденсатора C_{19}. Если в анодной цепи действительно есть обрыв, то передача будет слышна.

Таким путем ты можешь «прослушать» весь путь усиления низкой частоты. Пробник можно присоединить и параллельно вторичной обмотке выходного трансформатора. В этом

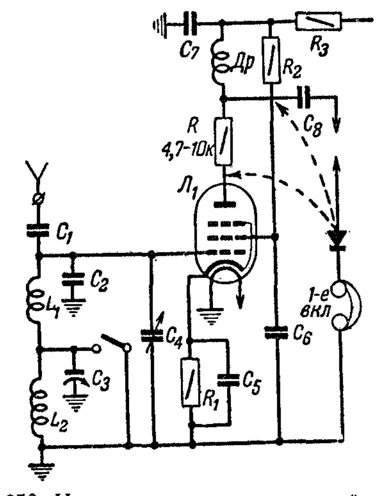


Рис. 258. Испытание каскада высокой частоты пробником.

случае звук в телефоне будет слабый, так как выходной трансформатор является понижающим. Таким включением надо воспользоваться только для того, чтобы проверить, подается ли напряжение на звуковую катушку громкоговорителя.

Убедившись, что детекторный каскад работает на обоих диапазонах, не отключая антенны от контура, восстанови соединение разделительного конденсатора C_8 с контуром. Если при этом не произойдет никаких изменений, вставь лампу каскада усиления высокой частоты, а антенну подключи к предназначенному для нее зажиму (или гнезду).

ИСПЫТАНИЕ КАСКАДА ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ

Возможно, что после установки на место первой лампы возникнет самовозбуждение приемника, не прекращающееся с уменьшением обратной связи. Ликвидировать его можно включением между анодом лампы $Л_1$ и дросселем высокой частоты сопротивления величиной 4,7 — 10 *ком* (рис. 258) или увеличением сопротивления R_2 цепи экранной сетки до 150—200 *ком.*

Но это средство устранения самовозбуждения является временным.

Если с высокочастотным каскадом приемник не работает, проверь пробником анодную цепь лампы этого каскада (рис. 258). Для этого соедини один из щупов с шасси и прикасайся другим щупом обкладок разделительного конденсатора и анода лампы. Если передача в телефонах пробника не слышна, то проверь пробником входной контур.

В высокочастотном каскаде могут быть такие неисправности: замыкание одного из выводов дросселя высокой частоты через экран на шасси, пробой конденсатора C_7 ячейки развязывающего фильтра (в обоих случаях греется сопротивление R_3), обрыв в цепи анода или катода, замыкание обкладок конденсаторов, входящих в контур, обрыв в контурных катушках. При любой из этих неисправностей каскад работать не будет. Отыскивай их при помощи вольтметра и омметра.

После устранения неполадок проверь работу приемника на обоих диапазонах. При этом приема многих станций может и не быть, потому что контуры первого и второго каскадов не настроены в резонанс.

НАСТРОЙКА КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ КОНТУРОВ

Настройку колебательных контуров приемника лучше всего производить при помощи сигнал-генератора — прибора, дающего моду-

лированные колебания тех частот, на которые надо настроить приемник. Такие приборы обычно имеются в радиолабораториях станций юных техников, дворцов и домов пионеров, в радиоклубах ДОСААФ. Если ты не добьешься настройки в резонанс первого и второго колебательных контуров при всех положениях подвижных пластин конденсаторного блока, приемник не будет таким избирательным и чувствительным, каким он должен быть, и вообще будет плохо работать.

При отсутствии сигнал-генератора настройку контуров в резонанс придется делать по передачам радиостанций. Но в этом случае надо иметь заводский приемник, по которому ты будешь контролировать настройку самодельного приемника.

Прежде всего проверь, полностью ли перекрывает оба диапазона радиоволн второй контур. Для этого подключи к этому контуру антенну через конденсатор небольшой емкости (27 — 33 *пф*) и попытайся принять радиостанции, длины волн которых близки к концу каждого диапазона (около 500—550 *м* на средневолновом и около 1 800—2 000 *м* на длинноволновом диапазоне). Станции должны быть слышны при почти полностью введенных подвижных пластинах конденсатора переменной емкости C_{11}. Уточнить длины волн принятых станций можно по контрольному приемнику.

Может случиться, что ты полностью введешь подвижные пластины конденсаторов переменной емкости, а точной настройки на радиостанцию, работающую на самой длинной волне одного из диапазонов, все же не получишь. Тогда введи внутрь контурной катушки испытательную палочку (рис. 254) концом с магнитным сердечником. Если слышимость этой станции улучшится, значит мала индуктивность контура, надо ее увеличить, т. е. намотать на катушку дополнительные витки.

Если же радиостанция, работающая на наиболее длинной волне данного диапазона, слышна при далеко не полностью введенных пластинах контурного конденсатора переменной емкости, надо уменьшить число витков катушки контура. Проверить это можно введением внутрь катушки медного наконечника испытательной палочки.

Ориентируясь по работающим радиовещательным станциям и изменяя числа витков контурных катушек, подгони их индуктивность так, чтобы станции, работающие на наиболее длинных волнах каждого диапазона, «встали» на свои места на шкале приемника. Сначала подгони средневолновый диапазон, а потом длинноволновый. Отматывай витки катушки небольшими «порциями» — по 5 — 8 витков, проверяя каждый раз настройку приемника. Если ты видишь, что нужно увеличить индуктивность катушки, домотай 20 — 25 витков, а затем подгоняй ее сматыванием витков. Это избавит тебя от необходимости делать лишние спайки.

Число смотанных или домотанных витков запиши, чтобы потом внести такие же поправки и в катушки входного контура.

Теперь можно перейти к настройке в резонанс обоих контуров приемника. Сначала настрой в резонанс контуры в начале средневолнового диапазона. Настроившись на какую-нибудь радиостанцию, работающую в этой части диапазона, изменением емкостей подстроечных конденсаторов добейся наибольшей громкости ее приема. Для этого ты можешь увеличивать емкость подстроечного конденсатора C_2 первого контура и уменьшать емкость конденсатора C_9 второго контура, либо, наоборот, уменьшать емкость первого и увеличивать емкость второго.

Возможно, тебе сразу не удастся получить ясно выраженный резонанс. Тогда подгони индуктивность катушки первого контура в конце диапазона. Для этого перестрой приемник на наиболее длинноволновую станцию этого диапазона и при помощи испытательной палочки определи, в какую сторону надо изменить индуктивность катушки L_1, чтобы настроить первый контур в резонанс со вторым. Отматыванием или доматыванием витков этой катушки добейся наибольшей громкости приема, что будет соответствовать резонансу. Оба контура будут точно настроены в резонанс тогда, когда громкость уменьшается при введении в катушку любого конца испытательной палочки.

Затем перестрой приемник на радиостанцию, работающую в начале средневолнового диапазона, и подстроечными конденсаторами снова добейся резонанса. После этого еще раз проверь резонанс в конце и в начале диапазона.

Точно так же настраивай в резонанс контуры длинноволнового диапазона. При этом ты можешь изменять емкость подстроечных конденсаторов C_3 и C_{10} и индуктивность катушек, относящихся только к длинноволновому диапазону. Конденсаторы же и катушки средневолнового диапазона не трогай, иначе нарушишь резонанс контуров этого диапазона.

Все эти операции лучше производить при приеме слабо слышимых станций, которым не мешают другие станции. При таких условиях настройка в резонанс будет точнее.

Приемник с хорошо настроенными контурами должен обладать высокой избирательностью и чувствительностью. Только при этих условиях он обеспечит громкий прием многих радиостанций.

БОРЬБА С САМОВОЗБУЖДЕНИЕМ

Чтобы устранить самовозбуждение, возникающее из-за каскада высокой частоты, мы предлагали включить сопротивление в анодную цепь лампы этого каскада или увеличить сопротивление в цепи экранной сетки. Если ты так сделал, то теперь, когда контуры настроены в резонанс, эту часть схемы надо восстановить.

Если вновь возникнет самовозбуждение, проявляющее себя свистами, не поддающимися регулировке сопротивлением обратной связи, попробуй поставить металлический экран между контурными катушками или экранировать их. Отключи или замкни накоротко катушку обратной связи. Прекращение самовозбуждения во втором случае укажет на необходимость уменьшить числа витков катушек обратной связи.

Для выяснения причины самовозбуждения можно вынуть лампу первого каскада. Если свист прекратится, значит причина самовозбуждения кроется в каскаде высокой частоты. В этом случае придется несколько увеличить сопротивление в цепи экранной сетки лампы. Но сначала попробуй увеличить сопротивление R_3 ячейки развязывающего фильтра до 33 — 47 *ком*, подключить параллельно конденсатору C_7 этого фильтра и конденсатору цепи экранной сетки другие конденсаторы таких же емкостей.

Иногда приемник самовозбуждается даже без лампы в каскаде усиления высокой частоты и при замкнутой катушке обратной связи. В таком случае надо попробовать увеличить до 330—390 *пф* емкость конденсатора C_{15}, блокирующего анодную цепь детекторной лампы, заменить блокировочный конденсатор C_{17} анодной цепи выходной лампы, подключить параллельно электролитическому конденсатору C_{19} фильтра выпрямителя бумажный конденсатор емкостью 0,1—0,5 *мкф*.

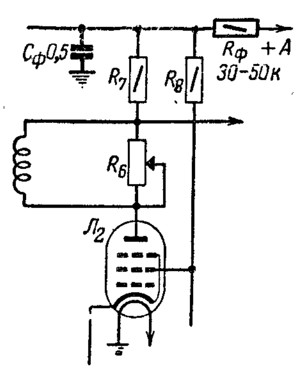


Рис. 259. Включение развязывающего фильтра.

Самовозбуждение может возникнуть и на низкой частоте. Оно проявляет себя шумом, напоминающим звук моторной лодки. В таких случаях рекомендуется между выходным и детекторным каскадами включить ячейку развязывающего фильтра, как это показано на рис. 259. Конденсатор фильтра $C_ф$ может быть бумажным или электролитическим емкостью не менее 0,5 *мкф* на рабочее напряжение 150 — 250 *в*. Величина сопротивления ячейки фильтра $R_ф$ —30—50 *ком*. Указанных мер обычно бывает достаточно для ликвидации самовозбуждения приемника.

УСТРАНЕНИЕ ФОНА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Если в громкоговорителе приемника слышен сильный фон переменного тока, причинами его чаще всего бывают недостаточно хорошее сглаживание пульсаций выпрямленного тока, наводки переменного напряжения сети в цепях управляющих сеток усилительных ламп.

Как найти причину возникновения фона? Соедини управляющую сетку выходной лампы с шасси приемника. Если фон остается, причиной его является плохая фильтрация выпрямленного тока. Попробуй увеличить емкость электролитических конденсаторов фильтра, подключая параллельно им другие конденсаторы, или замени их новыми. Хорошо бы заменить и дроссель фильтра: возможно, мала его индуктивность или в нем частично замкнута обмотка.

Если при замыкании управляющей сетки выходной лампы на шасси фон пропадает, значит где-то в проводниках цепи управляющей сетки детекторной лампы индуктируется переменное напряжение сети. Чтобы убедиться в этом, замкни эту сетку на шасси — фон исчезнет. В этом случае для борьбы с фоном надо по возможности укоротить все проводники, соединенные с управляющей сеткой лампы, экранировать их, а экраны заземлить.

В ряде случаев снижению и даже полному устранению фона переменного тока способствует соединение с заземленным шасси корпуса и одного из выводов звуковой катушки громкоговорителя, а также и одного из выводов сетевой обмотки силового трансформатора через конденсатор емкостью от 0,01 до 0,1 *мкф*. Этот конденсатор должен быть рассчитан на рабочее напряжение не менее 600 *в*.

ОКОНЧАТЕЛЬНАЯ РЕГУЛИРОВКА ПРИЕМНИКА

Она сводится в основном к установлению нормального режима работы ламп и регулировке обратной связи. Напряжения на элек-

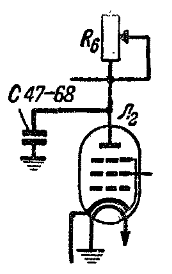
тродах, создающие нормальные условия работы ламп, устанавливаются изменением или подбором величин сопротивлений, относящихся к цепям этих электродов. Так, например, чтобы изменить напряжение смещения, надо соответственно увеличить (если оно мало) или уменьшить (если оно велико) величину сопротивления в цепи катода. Чтобы увеличить напряжение на экранной сетке, надо уменьшить величину сопротивления в ее цепи. Наоборот, нужно увеличить это сопротивление, чтобы уменьшить напряжение на этом электроде.

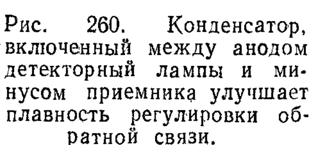
Напряжения на экранных сетках ламп высокочастотного и детекторного каскадов могут несколько отличаться от указанных на принципиальной схеме, но они должны быть обязательно меньше, чем напряжения на анодах этих ламп. Увеличение напряжений на экранных сетках до некоторой степени способствует повышению усиления, но при этом возрастает склонность приемника к самовозбуждению. Налаженный приемник хорошо работает при сравнительно низких напряжениях на экранных сетках.

Плавность регулирования обратной связи очень зависит от емкости конденсатора и величины сопротивления, включенных в цепь управляющей сетки детекторной лампы (C_{12} и R_4 на рис. 232). При возникновении генерации щелчок в громкоговорителе должен быть «мягким», еле уловимым; срываться, исчезать генерация должна без затягивания.

Для достижения этого рекомендуем заняться подбором емкости конденсатора C_{12} и сопротивления R_4. Пробуй изменять емкость конденсатора в пределах от 47 до 330 *пф*, а величину сопротивления от 270 *ком* до 2 *Мом*. Уменьшая емкость, увеличивай сопротивление и наоборот. Для улучшения плавности регулирования обратной связи полезно включить между анодом детекторной лампы и шасси приемника конденсатор емкостью 47 — 68 *пф* (рис. 260).

На рис. 261 показан выходной каскад с цепью отрицательной обратной связи. Эта цепь состоит из сопротивления R_0 и конденсатора C_0, включенных между анодом и управляющей сеткой выходной лампы. Через эту цепь некоторая часть энергии колебаний низкой частоты подается из анодной цепи лампы в цепь управляющей сетки этой же лампы. Отрицательная обратная связь в противоположность положительной, применяемой в детекторном каскаде, уменьшает усиление выходного каскада, но зато улучшает качество звучания, уменьшает искажения передачи. Кроме того, она часто способствует устранению самовозбуждения приемника, уменьшает фон переменного тока. Мы рекомендуем тебе испытать действие отрицательной обратной связи в своем приемнике.




Рис. 260. Конденсатор, включенный между анодом детекторный лампы и минусом приемника улучшает плавность регулировки обратной связи.

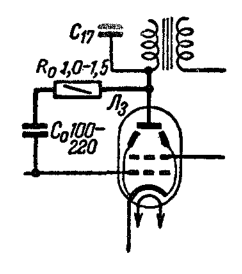


Рис. 261. Цепь отрицательной обратной связи.

Если приемник работает хорошо, его можно закрепить в ящике и считать, что он готов.

Большинство практических советов, данных здесь по налаживанию сетевого трехлампового радиоприемника, в равной степени относится к налаживанию аналогичного батарейного приемника, а также любого усилителя.

Прочитав эту беседу, у тебя может создаться впечатление чрезвычайной сложности налаживания приемника. На самом деле это не так, потому что многое из того, о чем здесь рассказано, делать тебе не придется. А если и придется побольше «повозиться» с приемником, то в этом нет ничего плохого,— ты его лучше будешь знать.

Беседа двадцать седьмая

ШКОЛЬНЫЙ РАДИОУЗЕЛ

— Говорит школьный радиоузел! — громко звучит знакомый голос юного диктора. Так во многих школах начинают передачи радиоузлы. Бо́льшая часть из них оборудована руками радиолюбителей. С каждым годом растет число радиофицированных школ. Радиофицировать родную школу и наладить школьное радиовещание — большое, почетное и увлекательное дело.

Если в школе, в которой ты учишься, еще нет радиоузла, будь инициатором по созданию кружка юных радиофикаторов. Желающих принять участие в радиофикации школы найдется много. Поговори с пионервожатым, с учителем физики, директором школы. Они помогут организовать кружок, найти средства на приобретение деталей, проводов, громкоговорителей. Пройдет месяц, другой, и в вашей школе заговорит свое радио.

КАК РАБОТАЕТ РАДИОУЗЕЛ

Радиоузел представляет собой комплекс устройств и приборов, с помощью которых можно передавать по проводам сразу во много мест разговорную речь, пение, музыку. Он состоит из усилителя низкой частоты с источниками питания, микрофона *М*, звукоснимателя *Зв* с механизмом для проигрывания грампластинок и линейного распределительного щитка *ЛРЩ* (рис. 262). В радиоузел могут также входить радиоприемник, магнитофон, установка для воспроизведения звука с киноленты и некоторые другие устройства и приборы, но они не являются обязательным оборудованием радиоузла.

Колебания низкой частоты от радиоприемника, микрофона или звукоснимателя подаются к переключателю вида работы *П*, а от него на вход усилителя. Здесь они усиливаются до требуемой мощности. Трансляционные линии, к которым присоединяются громкоговорители, установленные у радиослушателей, включаются на выход усилителя через линейный распределительный щиток *ЛРЩ*.

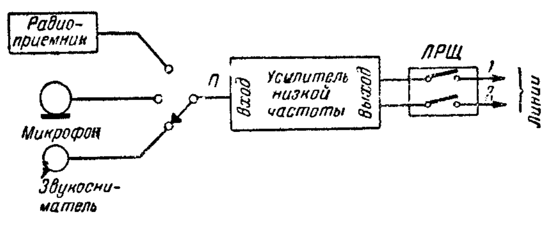


Рис. 262. Блок-схема радиоузла.

При помощи радиоузла можно передавать или, как говорят, транслировать широкому кругу слушателей программы радиовещательных станций, концерты граммофонной записи, местные передачи.

Выходная мощность усилителя определяется главным образом числом и мощностью радиоточек — громкоговорителей, которые должны быть установлены в местах, где будут слушать передачи. Чем больше радиоточек должен питать радиоузел, тем мощнее должен быть его усилитель. Для радиофикации сел, городов, районов используются усилители мощностью в десятки, сотни и тысячи ватт. Для радиофикации же школ применяются усилители мощностью 5—25 *вт*. Такой мощности вполне достаточно, чтобы обеспечить работу сравнительно небольшого количества громкоговорителей.

В этой беседе мы расскажем сначала об устройстве радиоузла небольшой мощности, а потом дадим советы, как увеличить его мощность до 25 *вт*.

ПРОСТОЙ УСИЛИТЕЛЬ ДЛЯ РАДИОУЗЛА

Принципиальная схема простого усилителя для радиоузла показана на рис. 263. Он содержит три низкочастотных каскада и выпрямитель. Выходная мощность усилителя около 5 *вт*. В первом и во втором каскадах усилителя работают пентоды 6Ж8 ($Л_1$ и $Л_2$), а в третьем, выходном каскаде — лучевой тетрод 6П3С ($Л_3$). В выпрямителе используется двуханодный кенотрон 5Ц4С ($Л_4$). Дроссель *Др* и электрические конденсаторы C_{13}, C_{14} образуют сглаживающий фильтр выпрямителя.

Последние два каскада усилителя тебе уже знакомы по радиограммофону и низкочастотной части трехлампового приемника. Схема первого каскада усилителя аналогична схеме второго каскада.

Усилитель рассчитан на работу от электродинамического микрофона и звукоснимателя любого типа. Микрофон включается в гнезда *М*, а звукосниматель — в гнезда *Зв*. Переход с одного вида работы на другой осуществляется переключателем *П*.

Если вы захотите транслировать по школе радиопередачи, добавьте к усилителю простое приемное устройство, например с фиксированной настройкой на местную станцию.

Устройство электродинамического микрофона аналогично устройству громкоговорителя такого же типа. Он имеет постоянный

кольцевой магнит, в зазоре которого помещена подвижная катушка, скрепленная с мембраной. В корпусе микрофона находится еще повышающий трансформатор. Его первичная обмотка соединена с подвижной катушкой микрофона, а вторичная обмотка включается на вход усилителя, в нашем примере — в гнезда *М*. При разговоре перед микрофоном подвижная катушка колеблется в магнитном поле, в результате чего в ней индуктируется напряжение звуковой частоты, которое повышается трансформатором. Но и это повышенное напряжение значительно меньше напряжения, развиваемого звукоснимателем. Поэтому-то для нормальной работы радиоточек усилитель должен быть по крайней мере трехкаскадным.

Звукосниматель в нашем радиоузле, также как и микрофон, включается на вход первого каскада усилителя. Параллельно гнездам звукоснимателя включен делитель напряжения, образуемый сопротивлениями R_1 и R_2. Напряжение от звукоснимателя подается на оба сопротивления, а к управляющей сетке лампы $Л_1$ подводится только та его часть, которая приходится на сопротивление R_2. Это сделано для того, чтобы при переключении входа усилителя с микрофона на звукосниматель громкость работы радиоточек почти не изменялась. Величины сопротивлений R_1 и R_2 на схеме не указаны, так как они подбираются опытным путем во время налаживания радиоузла.

Звукосниматель можно было бы включать на вход второго каскада, но это усложнило бы переключение усилителя с одного вида передачи на другой.

Итак, с помощью переключателя вида работы *П* к входу усилителя может быть подключен либо микрофон, либо звукосниматель. Создаваемые этими приборами колебания низкой частоты усиливаются первой, затем второй и третьей лампами и через выходной трансформатор $Тр_1$ подаются по трансляционным линиям к радиоточкам. Регулировка громкости осуществляется переменным сопротивлением R_8, включенным в цепь управляющей сетки второй лампы.

Напряжения на аноды первой и второй ламп подаются через сопротивления R_6 и R_{11}, а на их экранные сетки — через сопротивления R_7 и R_{12}. На анод выходной лампы напряжение подается через первичную обмотку выходного трансформатора $Тр_1$, а на экранную сетку непосредственно от выпрямителя. Сопротивление R_5 и конденсатор C_1, а также R_{10} и C_6 образуют ячейки развязывающих фильтров двух первых каскадов усилителя. Напряжения смещения на управляющие сетки ламп подаются автоматически за счет падения напряжений на сопротивлениях R_4, R_9 и R_{15}, включенных в цепи катодов ламп. Сопротивления смещения зашунтированы электролитическими конденсаторами C_2, C_7 и C_{12}. Конденсатор C_9 и сопротивление R_{13} образуют цепь, улучшающую тембр звука. Сопротивление R_{13} от 22 до 82 *ком*. Желательный тембр звука подбирают при налаживании усилителя изменением величины этого сопротивления.

Параллельно обмотке накала ламп *IV* силового трансформатора $Тр_2$ подключена сигнальная лампочка $Л_5$ на напряжение 6,3 *в*. Она загорается, когда первичная обмотка силового трансформатора включается в сеть.

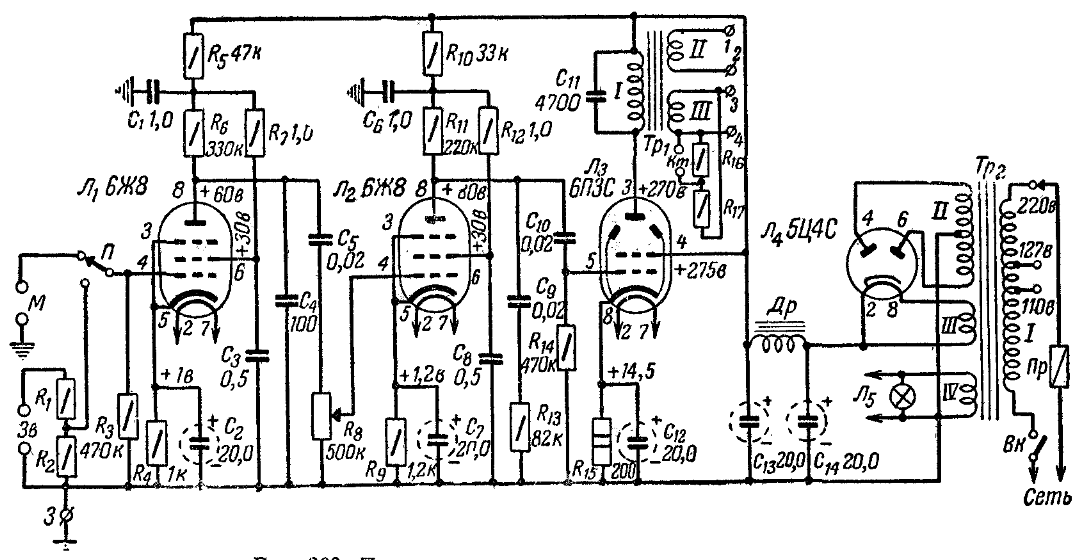


Рис. 263. Принципиальная схема усилителя радиоузла.

Вторичная обмотка выходного трансформатора $Тр_1$ состоит из двух секций: *II* и *III*. На каждой из них получается напряжение звуковой частоты около 15 *в*. Если обе секции соединить последовательно (соединить зажимы *2* и *3*), то в трансляционные линии можно подавать два напряжения: 30 *в* — суммарное напряжение обеих секций и 15 *в* — напряжение каждой секции.

Гнезда *КТ* служат для включения головных телефонов для контроля за работой радиоузла на слух. Они подключены к одной из секций вторичной обмотки выходного трансформатора через делитель напряжения, состоящий из сопротивлений R_{16} и R_{17}, чтобы звук в телефонах не был чрезмерно сильным. Общее сопротивление делителя напряжения ($R_{16}+R_{17}$) может быть в пределах от 5 до 10 *ком*. Чем меньше сопротивление R_{16} по сравнению с сопротивлением R_{17}, тем меньшее напряжение подается к контрольным телефонам, тем слабее в них звук. На громкость работы радиоточек делитель напряжения никакого влияния не оказывает.

Детали. Электрические данные большинства сопротивлений и конденсаторов указаны на принципиальной схеме. Сопротивления R_1 и R_2, R_{13}, R_{16} и R_{17} подбираются во время налаживания усилителя. Переменное сопротивление R_8 должно быть с выключателем *Вк* для включения усилителя в сеть. Конденсаторы C_4 и C_{11} — слюдяные или керамические, конденсаторы C_2, C_7 и C_{12}—электролитические на рабочее напряжение 20—30 *в*, C_{13} и C_{14} — на рабочее напряжение 450 *в*. Остальные конденсаторы могут быть любого типа. Для переключателя вида передач лучше всего подойдет тумблер.

Для выходной лампы желательно взять фарфоровую ламповую панель. Если будет использована гетинаксовая или текстолитовая панелька, то в ней необходимо лобзиком сделать пропилы между гнездами *2*, *3* и *4*. Дело в том, что в анодной цепи выходной лампы развивается значительное напряжение звуковой частоты, которое может пробить изоляционный материал панельки. Из-за этого усилитель будет работать с искажениями и может вообще испортиться. Пропилы предупредят эти неприятности.

Выходной трансформатор самодельный. Его надо намотать на сердечнике сечением 6—8 *см*². Первичная обмотка содержит 2 500 витков провода ПЭЛ 0,15—0,2, а секции вторичной обмотки — по 300 витков провода ПЭЛ 0,4—0,6. Сердечник собирается с зазором 0,3—0,5 *мм* (толщина полоски из тонкого картона). Силовой трансформатор $Тр_2$ должен иметь мощность не менее 70 *вт* (большая мощность не повредит). Пригодны заводские трансформаторы, например от радиоприемников «Балтика», «Урал», или самодельный. Повышающая обмотка самодельного трансформатора должна быть рассчитана на напряжение около 600 *в* (две секции по 300 *в*). Дроссель фильтра выпрямителя может быть самодельным со следующими данными: сечение сердечника 5—6 *см*², воздушный зазор около 0,2 *мм*, обмотка 3 000—3 500 витков провода ПЭЛ 0,18—0,20.

Звукосниматель и электродвигатель могут быть любого типа. Желательно приобрести электропроигрыватель, рассчитанный на проигрывание как обычных, так и долгоиграющих грампластинок. Микрофон типа ДМК, МД, РДМ или любой другой электродинамического типа. Рекомендуем приобрести недорогой микрофон типа МД-41.

Если не удастся приобрести электродинамический микрофон, вместо него можно использовать маломощный электродинамический громкоговоритель с постоянным магнитом. В этом случае трансформатор громкоговорителя будет выполнять роль микрофонного. Громкоговоритель, используемый вместо микрофона, должен иметь хороший, без вмятин и разрывов диффузор, иначе он будет искажать звук.

Конструкция и монтаж. Внешний вид готового усилителя радиоузла и его монтаж показаны на рис. 264. Его шасси имеет размер 300×200×80 *мм*. Верхняя и передняя панели шасси сделаны из одного куска листового металла толщиной 1,5 *мм*; задняя и боковые стенки — деревянные, толщиной 8—10 *мм*. Шасси может быть и цельнометаллическим. На передней панели находятся переключатель вида работы *П*, регулятор громкости R_8 с выключателем сети *Вк*, «глазок» сигнальной лампочки $Л_5$ и гнезда для включения контрольных телефонов. На правой стенке расположены гнезда для включения микрофона и звукоснимателя, на левой — колодочка с выходными зажимами усилителя. Зажим заземления находится на задней стенке шасси, сквозь нее же выведен сетевой шнур. Остальные детали располагаются на горизонтальной панели и в подвале шасси. Большая часть сопротивлений и конденсаторов находится на монтажной пленке. Сверху усилитель закрывается фанерным отполированным футляром, имеющим в нижней части вырезы для ручек управления и колодочки выходных зажимов усилителя вилок микрофона и звукоснимателя. Сняв футляр можно знакомить учащихся с устройством усилителя.

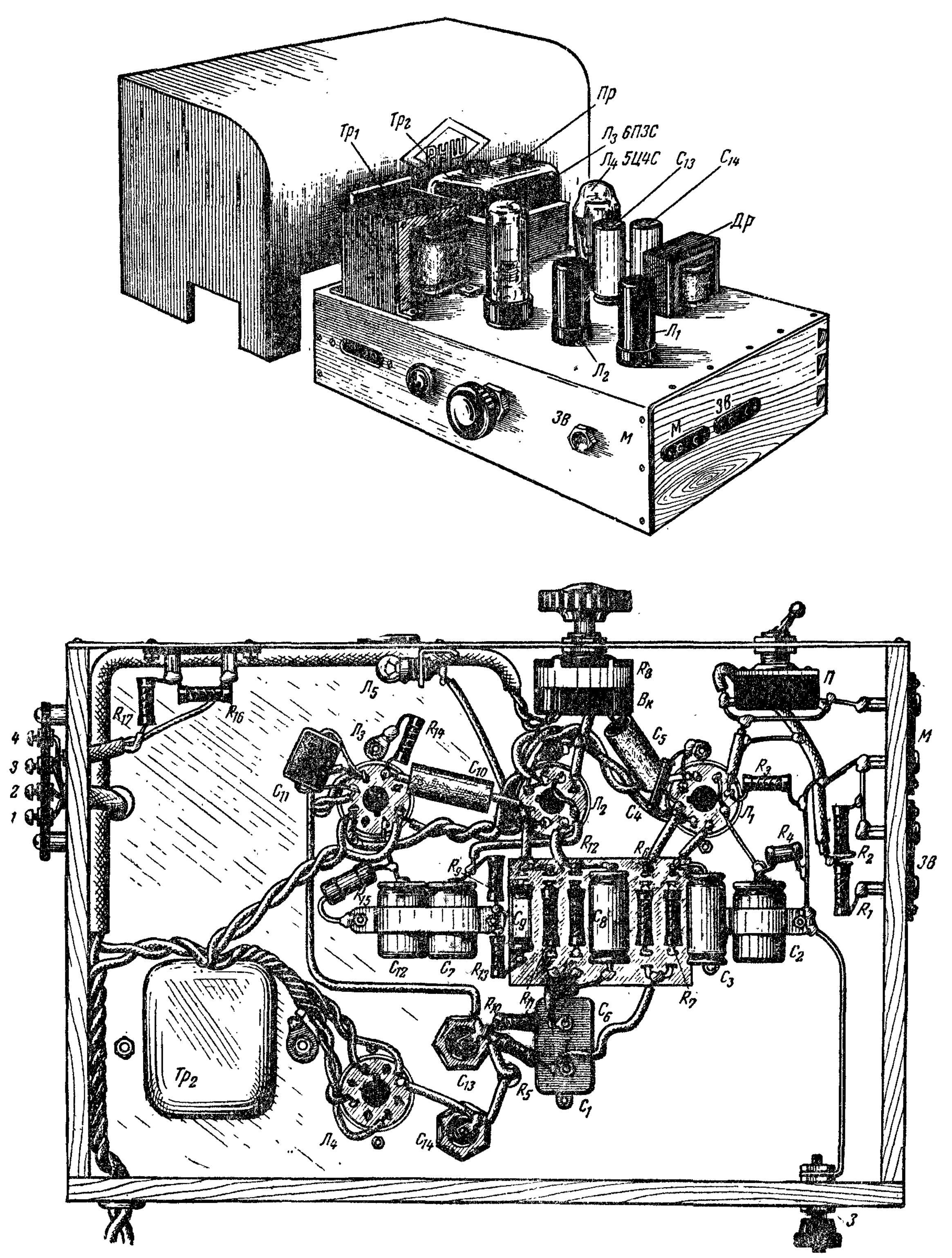


Рис. 264. Внешний вид и монтаж 5-ваттного усилителя школьиого радиоузла.

Во время монтажа усилителя необходимо стремиться к тому, чтобы его входные цепи были возможно короче и удалены от выходного и силового трансформаторов. Проводники, идущие от звукоснимателя и микрофона к переключателю *П* и от него к управляющей сетке лампы $Л_1$, а также от сопротивления R_8 к управляющей сетке лампы $Л_2$, должны быть предельно короткими и обязательно экранированными. Металлическая панель шасси используется как проводник. Необходимые соединения с панелью осуществляются при помощи жестяных лепестков, подложенных под болтики, крепящие ламповые панельки. Цепь накала выполняется витым проводом и соединяется с панелью в одной точке; если использовать панель вместо одного из проводников цепи накала, может появиться фон переменного тока. По той же причине незаземленные гнезда звукоснимателя и микрофона необходимо тщательно изолировать от деревянной стенки шасси, надев на них резиновые или полихлорвиниловые трубочки.

Налаживание. Если монтаж выполнен правильно с использованием проверенных деталей, наладить усилитель не составит большого труда. Прежде чем приступить к его испытанию, полезно проверить, а если надо, то подогнать режимы работы ламп. Ориентировочные напряжения, которые должны быть на анодах и экранных сетках ламп, а также напряжения смещения указаны на принципиальной схеме усилителя радиоузла (рис. 263). Они измерены вольтметром с сопротивлением 1 000 *ом/в*.

Первое испытание усилителя производится при выключенных линиях. На выход усилителя при этом включается временная «нагрузка». В качестве такой нагрузки можно использовать автомобильную 12-вольтовую лампочку, подключив ее к одной из секций вторичной обмотки выходного трансформатора. К другой секции или ко всей вторичной обмотке присоединяется громкоговоритель. При наиболее сильных звуках лампочка должна вспыхивать.

Включать и испытывать усилитель без нагрузки недопустимо — может испортиться выходной трансформатор.

Сначала усилитель испытывается и налаживается при работе от звукоснимателя. Большую помощь при его налаживании может оказать пробник, об устройстве которого мы говорили в предыдущей беседе. Штепсельные ножки проводов щупов пробника вставь в гнезда *0* и *2*. Один щуп соедини с металлом шасси, а вторым поочередно прикасайся выводов управляющей сетки первой лампы (звук очень слабый), анода этой лампы (звук громче), потом анода второй лампы (звук еще громче), анода выходной лампы (звук очень громкий). Так ты «прослушаешь» весь канал усиления низкой частоты. Если при подключении пробника к какой-либо цепи звук не слышен, ищи неисправность в этой цепи. Причиной ее могут быть неисправный конденсатор, плохое сопротивление, замыкание монтажа, плохая пайка.

При испытании усилителя на работу от микрофона громкоговоритель должен быть вынесен за пределы помещения, в котором находится микрофон. В противном случае между микрофоном и громкоговорителем создается сильная, так называемая акустическая связь и громкоговоритель будет «выть». Это надо помнить всегда, и особенно при ведении школьных передач. Контроль работы усилителя с микрофона нужно вести на головные телефоны. Общее сопротивление делителя напряжения (R_1+R_2), подключаемого к звукоснимателю, может быть в пределах от 100 до 500 *ком*. Сопротивления надо подобрать так, чтобы напряжение на сопротивлении R_2 было примерно равно напряжению микрофона. Практически эту задачу можно решить следующим путем. Составь делитель напряжения из равных по величине сопротивлений, например по 100 *ком*. При этом на вход усилителя будет подаваться половина напряжения звукоснимателя. Если радиоузел от звукоснимателя работает громче, чем от микрофона, величину сопротивления R_1 следует увеличить. Если же радиоузел при включении микрофона будет работать громче, чем от звукоснимателя, величину R_1 придется уменьшить.

Окончательное налаживание всего радиоузла производится при включенных линиях, нагруженных громкоговорителями (когда в школе нет занятий). Тогда же подбираются сопротивления R_{16} и R_{17} делителя напряжения контрольного телефона и подбором сопротивления R_{13} устанавливается наиболее приятный на слух тембр звука.

ОБОРУДОВАНИЕ РАДИОУЗЛА И ТРАНСЛЯЦИОННЫХ ЛИНИЙ

Оборудование радиоузла сводится к размещению и соединению между собой входящих в него устройств и приборов, монтажу линейного распределительного щитка и проводке линий к громкоговорителям. Для установки аппаратуры радиоузла надо иметь, хотя бы небольшую, но отдельную комнату или постоянное место, например в физическом кабинете или пионерской комнате. Примерное

расположение и монтаж оборудования радиоузла показаны на рис. 265.

Микрофон и звукосниматель соединяются с усилителем экранированными проводами. Экраны этих проводов надо заземлить. Микрофонный провод должен иметь длину, достаточную для того, чтобы во время передач микрофон можно было вынести на отдельную тумбочку. Он устанавливается на расстоянии не менее 80—100 *см* от стены.

Провода от усилителя к линейному распределительному щитку прокладываются по стене. Линии от щитка пропускаются через отверстие в стене и далее проводятся по стенам коридоров школы. Трансляционные линии можно выполнить двойным проводом в полихлорвиниловой изоляции, применяемым для проводки телефонов и звонков. Крепление провода производится при помощи скобок с картонными подкладками.

Линейный распределительный щиток—это несколько переключателей, смонтированных на доске из листового эбонита, текстолита или другого прочного изоляционного материала. Каждая линия должна иметь свой переключатель. Размер щитка зависит от габаритов и числа устанавливаемых на нем переключателей. Одна из возможных конструкций щитка, рассчитанного на три трансляционные линии, и его принципиальная схема показаны на рис. 266. К щитку (на схеме он обведен пунктиром) подведены провода от вторичной обмотки выходного трансформатора $Тр_1$. Провод, идущий от ее зажима *4*, является общим для всех линий. В линию *3* подается напряжение только с секции *III* вторичной обмотки (15 *в*). В эту линию включаются громкоговорители, рассчитанные на 15 *в*. Линии *1* и *2* рассчитаны на 30-вольтовые громкоговорители, так как в них подается напряжение обеих секций вторичной обмотки трансформатора. Включение линий осуществляется переключателями $П_1$, $П_2$ и $П_3$. Когда линии выключены вместо них к секциям вторичной обмотки выходного трансформатора подключаются нагрузочные сопротивления R_1, R_2 и R_3. Сопротивление R_1 относится к линии *1*, R_2 — к линии *2* и R_3 — к линии *3*. Если этих сопротивлений не будет, то при выключенных линиях может произойти пробой в выходном трансформаторе. В качестве переключателей используются тумблеры.

Параллельно каждой линии на щитке смонтированы контрольные гнезда $К_1$, $К_2$ и $К_3$. Они служат для проверки работы и измерения сопротивления каждой линии в отдельности, что бывает необходимо при отыскании неисправностей в линиях.

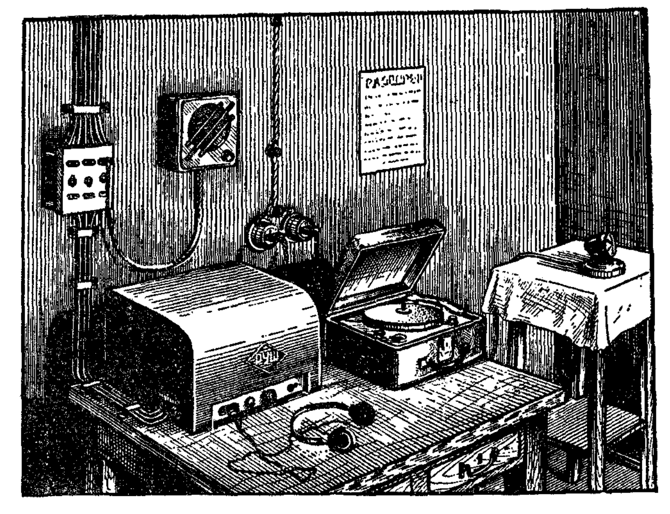


Рис. 265. Примерное расположение оборудования школьного радиоузла.

Щиток крепится к стене шурупами на четырех фарфоровых роликах. Рядом с ним можно повесить контрольный громкоговоритель, схему радиоузла и трансляционной сети, расписание работы радиоузла.

С выхода усилителя в трансляционные линии подается ток низкой частоты мощностью около 5 *вт*. Эта мощность, конечно, невелика по сравнению с мощностью станций городских трансляционных узлов. Но она и не так уж и мала, если ее умело распределить между громкоговорителями. Мощности нашего усилителя вполне достаточно для хорошей работы 15—25 абонентных громкоговорителей.

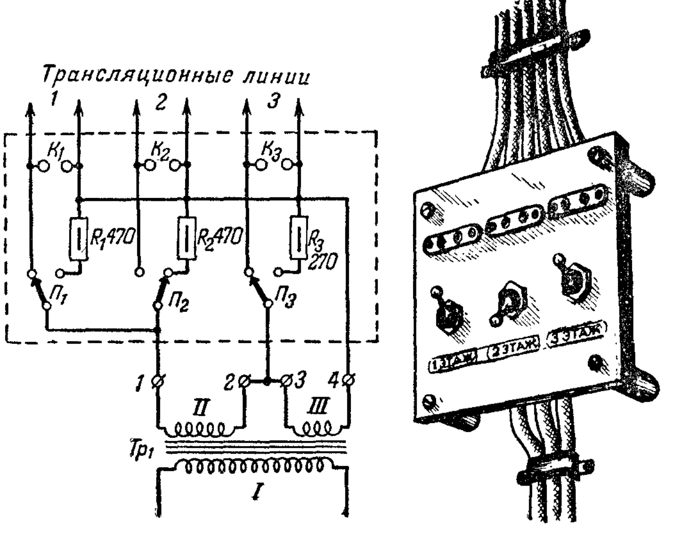


Рис. 266. Принципиальная схема и устройство линейного распределительного щитка.

Такого количества громкоговорителей вполне хватит для радиофикации школы средних размеров. Именно такие громкоговорители мы и рекомендуем использовать для радиофикации коридоров и других помещений школы. В актовом и физкультурном зале, где собираются ребята на праздники, можно установить по два-три более мощных громкоговорителя, укрепив их на больших отражательных досках, чтобы они лучше звучали. К ним можно подвести отдельные линии, которые будут включаться только тогда, когда надо дать передачу в залы. Все остальные линии на это время придется выключать.

Такой же радиоузел можно оборудовать и в лагере.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ РАДИОУЗЛА

В усилитель радиоузла можно внести ряд усовершенствований. Вместо постоянных сопротивлений делителя напряжения звукоснимателя можно применить переменное сопротивление 250—500 *ком*. Это позволит быстро и в любое время согласовывать громкость передачи от микрофона и звукоснимателя при замене одного из этих приборов. А если к тому же вместо переключателя рода работы поставить два выключателя $Вк_М$ и $Вк_{Зв}$ (рис. 267), можно будет включать и выключать микрофон и звукосниматель независимо друг от друга. Это даст возможность передавать разговор на фоне музыки.

Переменным сопротивлением можно заменить и делитель контрольных телефонов R_{16} и R_{17}. Это даст возможность по желанию изменять громкость звучания телефонов. Можно сделать и плавную регулировку тембра звука. Для этого постоянное сопротивление R_{13} надо заменить переменным.

Если выходная мощность усилителя окажется недостаточной для радиофикации школы, ее можно увеличить до 20—25 *вт*. Для этого в усилитель по схеме рис. 263 нужно добавить так называемый двухтактный мощный выходной каскад.

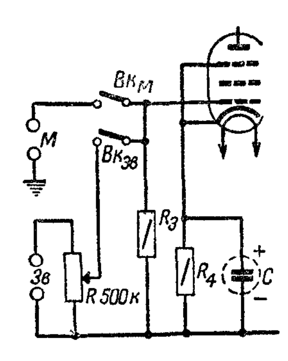


Рис. 267. Видоизмененная схема входной части усилителя радиоузла.

На рис. 268 приведены две схемы с двухтактными каскадами. В обеих схемах лампа $Л_3$ (6С5С или 6Н8С) работает в предоконечном каскаде усиления низкой частоты (она заменяет лампу 6П3С в схеме рис. 263). Лампы 6П3С ($Л_4$ и $Л_5$) работают в оконечном (выходном) каскаде. Управляющая сетка лампы $Л_3$ (в схеме рис. 268,*б* левого триода лампы 6Н8С) соединена через разделительный конденсатор C_{10} с анодом лампы 6Ж8 ($Л_2$ на рис. 263). Первые два каскада описанного выше 5-ваттного усилителя остаются без изменений.

Сущность работы двухтактной схемы заключается в следующем. Колебания низкой частоты с предоконечного каскада подаются на управляющие сетки обеих ламп выходного каскада так, что напряжения на этих сетках изменяются в любой момент времени в противоположных направлениях. Когда, например, на управляющей сетке лампы $Л_4$ напряжение возрастает, на сетке лампы $Л_5$ оно должно убывать. И наоборот, когда на сетке лампы $Л_5$ напряжение возрастает, на сетке лампы $Л_4$ оно должно уменьшаться. В соответствии с изменениями напряжений на управляющих сетках ламп изменяются и их анодные токи: когда увеличивается анодный ток одной лампы, анодный ток второй лампы уменьшается, и наоборот.

Анодные токи обеих ламп проходят по двум половинам первичной обмотки выходного трансформатора в противоположных направлениях. При этом увеличение анодного тока одной лампы и одновременное уменьшение анодного тока другой лампы создают во вторичной обмотке выходного трасформатора ток одного направления. Получается как бы суммирование действия анодных токов обеих ламп. В результате на выходе получаются более мощные колебания, чем в обычной «однотактной» схеме.

В схеме рис. 268,*а* переменное напряжение на сетки ламп 6П3С подается с трансформатора $Тр_1$, вторичная обмотка которого имеет вывод от средней точки. На рис. 268,*б* показана так называемая ф а з о и н в е р с н а я схема предоконечного каскада. Она хороша тем, что в ней нет дополнительного трансформатора.

Трансформатор $Тр_1$ в схеме рис. 268,*а* имеет сердечник сечением 5—6 *см*². Его первичная обмотка содержит 3 000 витков провода ПЭЛ 0,12—0,15, а вторичная — 1 200 витков такого же провода с отводом от 6 000-го витка. Выходной трансформатор обеих схем имеет сердечник сечением 9—10 *см*². Первичная его обмотка содержит 1 600 витков ПЭЛ 0,15—0,2 с отводом от 800-го витка, а секции вторичной обмотки — по 250—300 витков провода ПЭЛ 0,4—0,5. На выходном трансформаторе может быть еще одна обмотка для включения динамического громкоговорителя без переходного трансформатора. Она

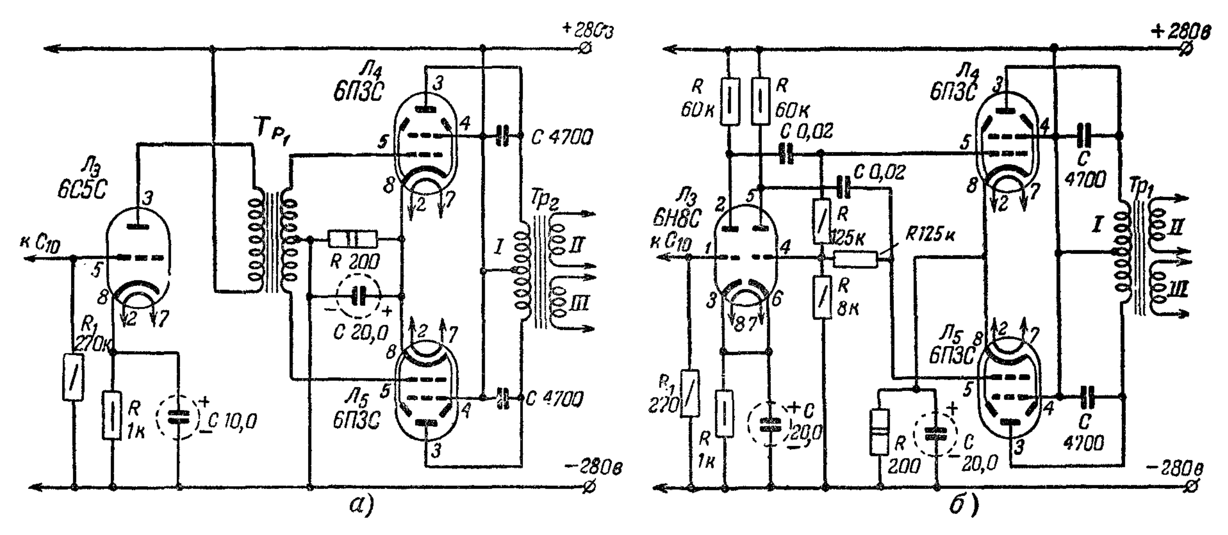


Рис. 268. Принципиальные схемы двухтактных выходных каскадов и предоконечных каскадов к иим.

должна содержать 30—40 витков провода ПЭЛ 1,0—1,2. В качестве выходного трансформатора можно использовать силовой трансформатор. Его повышающая обмотка со средним выводом включается как первичная обмотка, а сетевая и накальная обмотки используются как вторичные обмотки выходного трансформатора

Двухтактныи каскад можно смонтировать в виде отдельной приставки и питать его от самостоятельного выпрямителя, собранного по двухполупериодной схеме с кенотроном 5Ц4С. Если же решите сразу делать усилитель с двухтактным выходным каскадом, для питания такого усилителя потребуется силовой трансформатор мощностью не менее 100 *вт*, а в выпрямителе нужно будет использовать кенотрон 5Ц3С или два соединенных параллельно кенотрона 5Ц4С (соединяют между собой попарно выводы анодов и нитей накала).

ОРГАНИЗАЦИЯ ШКОЛЬНОГО РАДИОВЕЩАНИЯ

Работа радиоузла должна быть образцовой. Плохое качество работы быстро подорвет авторитет радиоузла и его конструкторов. Поэтому надо внимательно следить за исправностью его аппаратуры и линий. Так как строительство и техническую эксплуатацию радиоузла обычно осуществляет школьный радиокружок, из его состава выделяется один более опытный учащийся, который постоянно следит за исправностью и сохранностью аппаратуры и линий. Он же назначает дежурных операторов радиоузла и линейных монтеров, инструктирует их.

Работа радиоузла должна вестись по строгому расписанию, утверждаемому директором школы. Планирование и организация передач возглавляются на редколлегию школьного радиовещания, выбранную на комсомольском собрании и сборе пионерской дружины школы. Редколлегия имеет своих корреспондентов, редактирует поступающие от них заметки, составляет программы передач. Текстовой материал каждой передачи утверждается директором или заведующим учебной частью школы. Все передачи регистрируются в дневнике радиоузла.

Опыт работы школьных радиоузлов показывает, что передачи целесообразнее вести во время больших перемен.

СУПЕРГЕТЕРОДИН

ОТ ПРИЕМНИКА ПРЯМОГО УСИЛЕНИЯ — К СУПЕРГЕТЕРОДИНУ

На рис. 269 изображена принципиальная схема простого сетевого супергетеродина. Прикрой листком бумаги левую часть этой схемы до пунктирной линии и нарисуй на нем антенну и заземление, как это сделано на рис. 270. Получилась знакомая тебе схема приемника 0-V-1 с фиксированной настройкой. Контур L_8C_{14}, соединенный с управляющей сеткой лампы $Л_2$, работающей как сеточный детектор с обратной связью, индуктивно связан с антенным контуром L_7C_{13}. Лампа $Л_3$ работает как усилитель низкой частоты.

Убери теперь листок бумаги и посмотри, откуда поступают в контур L_7C_{13} модулированные колебания высокой частоты. Этот контур включен в анодную цепь лампы $Л_1$. Значит, колебания высокой частоты поступают в контур из этой цепи.

Каким же образом при контуре с фиксированной настройкой удается получить прием радиостанций, работающих на волнах различной длины. Это обеспечивает п р е о б р а з о в а т е л ь частоты, который ты прикрывал. Модулированные колебания высокой частоты, возбужденные в антенне приемника радиоволнами, он преобразует в колебания п р о м е ж у т о ч н о й ч а с т о т ы. Это тоже модулированные высокочастотные колебания, только иной частоты, которая остается постоянной при приеме радиостанции с любой длиной волны. Колебания промежуточной частоты поступают на детектор и преобразуются им в колебания низкой частоты. Далее, как обычно, идут усиление и преобразование низкочастотных колебаний в звук.

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ЧАСТОТЫ

Первое преобразование частоты в супергетеродине осуществляется при помощи вспомогательного маломощного генератора колебаний высокой частоты, называемого г е т е р о д и н о м. Высокочастотные колебания, поступившие из антенны, и колебания, вырабатываемые гетеродином, отличаются друг от друга по частоте. В преобразователе они «смешиваются». В результате образуются колебания с новой, промежуточной частотой.

Чтобы нагляднее представить работу первого преобразователя супергетеродина, разберем его упрощенную схему (рис. 271). Правая часть этой схемы, обведенная пунктирными линиями, — гетеродин — очень напоминает одноламповый радиоприемник с обратной связью. Если подобрать соответствующим образом связь катушки обратной связи L_3 с контурной катушкой L_2, нетрудно заставить лампу $Л_2$ генерировать устойчивые колебания высокой частоты. Изменяя индуктивность контурной катушки L_2 и емкость конденсатора C_3, можно получить требуемую частоту вспо-

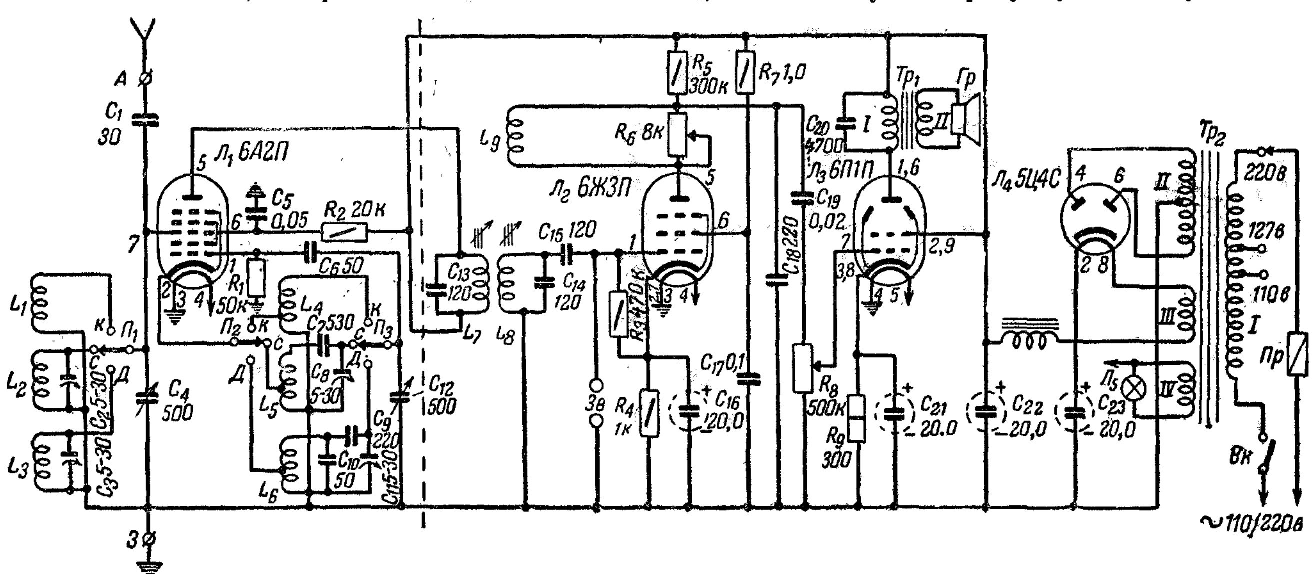


Рис. 269. Принципиальная схема простого сетевого супергетеродина.

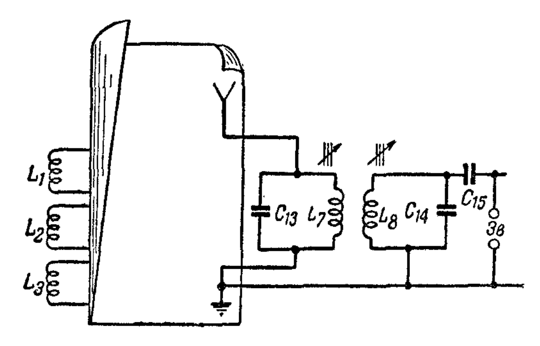


Рис. 270. Так надо прикрыть часть схемы супергетеродина.

могательных колебаний. Эти колебания подаются на первую сетку лампы $Л_с$, носящей название смесительной. В ее анодную цепь включен колебательный контур L_4C_4, настроенный на определенную, заранее выбранную (промежуточную) частоту. Индуктивно с этим контуром связан контур L_5C_5, настроенный на ту же частоту. Катушки L_4 и L_5 образуют трансформатор.

Если на вторую сетку лампы $Л_с$ поступают колебания со входного контура, а на первую ее сетку колебания от гетеродина, в анодной цепи этой лампы появляется составляющая новой, промежуточной частоты. В результате в контурах L_4C_4 и L_5C_5 возникают колебания промежуточной частоты. Они детектируются детектором *Д*. Получающиеся колебания низкой частоты превращаются телефоном *Т* в звук.

Промежуточная частота равна разности частот колебаний принимаемой станции и гетеродина. Следовательно, промежуточная частота является как бы частотой биений между частотами радиостанции и гетеродина. Чтобы в анодной цепи смесительной лампы создавались колебания одной и той же частоты при приеме любой радиостанции, гетеродин должен всегда генерировать колебания с частотой, превышающей частоту колебаний приходящего сигнала точно на выбранную промежуточную.

В большинстве радиовещательных супергетеродинных приемников промежуточная частота равна 465 *кгц*. В некоторых приемниках выбрана промежуточная частота 110 *кгц*. Следовательно, гетеродин должен генерировать колебания такой частоты, которая соответственно на 465 или 110 *кгц* превышает частоту принимаемой радиостанции. Так, например, если контуры промежуточной частоты приемника настроены на 465 *кгц*, то при приеме радиостанции, работающей на частоте 150 *кгц* (2 000 *м*), гетеродин должен генерировать колебания с частотой 615 *кгц*; при приеме станции, работающей на частоте 1 000 *кгц* (300 *м*), гетеродин должен генерировать колебания с частотой 1 465 *кгц*; при приеме станции, работающей на частоте 10 000 *кгц*, частота колебаний гетеродина должна быть 10 465 *кгц* и т. д. Обеспечение постоянной разности между частотами настройки входного контура и контура гетеродина по всему диапазону частот (волн) носит название сопряжения этих контуров. Оно достигается соответствующим выбором индуктивности катушек для каждого диапазона и одновременным изменением емкостей конденсаторов настройки этих контуров.

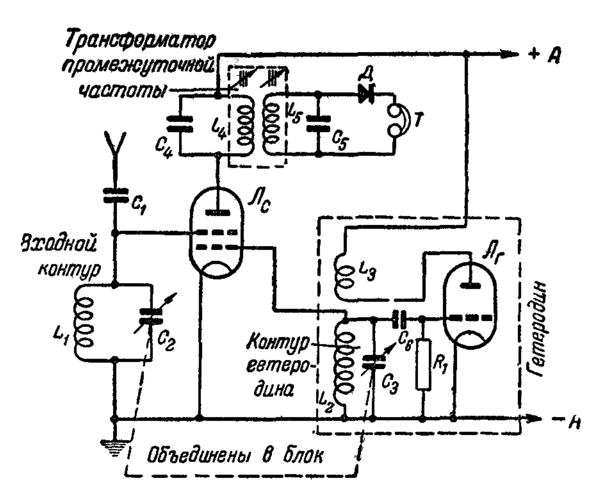


Рис. 271. Принципиальная схема преобразователя частоты с двумя электронными лампами.

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ЛАМПА

В преобразователях частоты подавляющего большинства промышленных и любительских супергетеродинов используются семиэлектродные лампы — гептоды. Гептод содержит в себе катод, анод и пять сеток, расположенных между катодом и анодом. Наиболее распространены гептоды типов 6А2П, 6А10С, 1А1П, 1А2П. Их изображают на схемах, как показано на рис. 272,*а*

Первая от катода сетка гептода служит управляющей сеткой гетеродина, вторая (она представляет собой два тонких металлических прутка) является анодом гетеродина, третья — управляющей сеткой смесителя четвертая — экранной сеткой и пятая — защитной сеткой. Вторая и четвертая сетки соединены внутри лампы.

По существу гептод является прибором, объединяющим в себе две лампы с общим электронным потоком: триод и пентод.

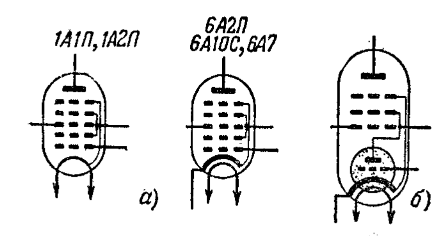
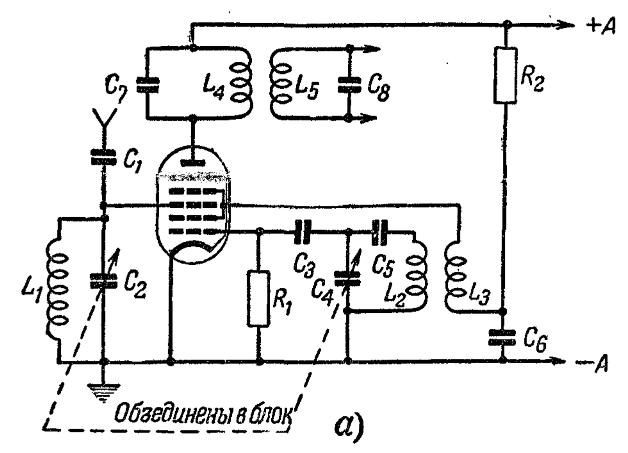


Рис. 272. Условные изображения на схемах гептодов 1А1П, 6А2П, 6А10С и 6А7 (*а*) и чертеж к объяснению принципа работы гептода (*б*).

В триод входят катод, первая и вторая сетки, а остальные электроды вместе с этим триодом образуют пентод. Такое разделение гептода на две лампы иллюстрируется рис. 272,*б*. Здесь вторая сетка гептода условно изображена как анод. Триод (покрыт точками) работает в гетеродине. В то же время он является источником электронов для пентода, т. е. как бы катодом для пентодной части. Управляющей сеткой пентодной смесительной части лампы служит третья от катода сетка, экранной — четвертая, а защитной — пятая сетка.

Рассмотрим две распространенные схемы преобразовательных каскадов супергетеродина. Первая из них, в которой может быть использован гептод 1А1П или 1А2П, показана на рис. 273,*а*. Здесь, как мы уже говорили, первая и вторая от катода сетки являются соответственно управляющей сеткой и анодом гетеродина, третья — управляющей, на которую подаются колебания принимаемой частоты, четвертая — экранной, пятая — защитной сеткой смесителя. В цепь первой управляющей сетки включен колебательный контур гетеродина $L_2C_4C_5$, а в цепь анода гетеродина (второй сетки) — катушка обратной связи L_3. При правильном включении катушки L_3 и достаточной связи между нею и катушкой L_2 в контуре L_2 C_4C_5 возникают незатухающие колебания высокой частоты. Конденсатор C_3 и сопротивление утечки сетки R_1 обеспечивают наивыгоднейший режим работы гетеродинной части лампы. Сопротивление R_2 и конденсатор C_6 являются развязывающей ячейкой гетеродина; они препятствуют проникновению генерируемых колебаний вспомогательной высокой частоты в общую цепь питания приемника. В то же время сопротивление R_2 создает на аноде гетеродина (второй сетке) и экранной сетке смесителя пониженное напряжение по сравнению с напряжением на основном аноде лампы. Частота колебаний гетеродина зависит от индуктивности катушки L_2 и емкостей конденсаторов C_4 и C_5; при настройке приемника эта частота плавно изменяется конденсатором переменной емкости C_4.

Входной контур преобразовательного каскада, состоящий из антенного конденсатора C_1 и контура L_1C_2, ничем не отличается от входного контура приемника прямого усиления. Настройка этого контура осуществляется конденсатором C_2, объединенным в блок с конденсатором C_4 контура гетеродина. Модулированные колебания высокой частоты, на которые настроен входной контур, поступают на управляющую сетку смесительной части гептода и воздействуют на его анодный ток. Но на поток электронов гептода влияют еще колебания гетеродина. Эти колебания, отличающиеся друг от друга по частоте, совместно управляя электронным потоком в лампе, создают в анодной цепи колебания новой, промежуточной частоты, равной разности этих двух частот. В контуре L_4C_7, включенном в анодную цепь лампы, и в индуктивно связанном с ним контуре L_5C_8 тоже возникают колебания промежуточной частоты. С контура



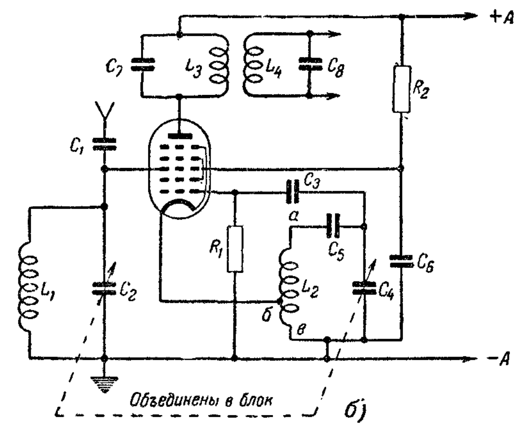


Рис. 273. Принципиальные схемы преобразователей частоты

а — на лампах 1А1П и 1А2П; *б* — на лампах 6А2П, 6А10С, 6А7.

L_5C_8 они могут быть поданы на детектор, который преобразует их в колебания низкой частоты.

Схема преобразовательного каскада супергетеродина с гептодом 6А2П, 6А7 или 6А10С показана на рис. 273,*б*. В ней гетеродин выполнен по так называемой трехточечной схеме. Ее так называют потому, что колебательный контур гетеродина подключен к лампе тремя точками: верхний конец катушки L_2 контура через конденсаторы C_5 и C_3 соединен с управляющей сеткой гетеродина, нижний конец катушки — с землей и анодом гетеродина (второй сеткой) через конденсатор C_6, а отвод катушки — с катодом лампы. Через нижнюю часть катушки L_2 проходят как переменный, так и постоянный токи анодов и экранной сетки.

Переменная составляющая анодного тока гептода, проходя по катушке от точки *б* к точке *в*, индуктирует переменное напряжение во всех витках катушки L_2. Эта (нижняя) часть катушки представляет собой как бы катушку обратной связи, которая входит одновременно в катушку колебательного контура. При определенном соотношении витков частей *аб* и *бв* катушки L_2 в контуре $L_2C_4C_5$ возникают незатухающие колебания вспомогательной частоты. Обычно число витков части *бв* составляет $^1/_4$ или $^1/_3$ часть общего числа витков всей катушки гетеродинного контура. Частота колебаний гетеродина определяется индуктивностью катушки L_2 и емкостью конденсаторов C_4 и C_5.

Независимо от схемы преобразователя частота колебаний гетеродина всегда должна превышать частоту принимаемой радиостанции точно на выбранную промежуточную частоту. Поскольку емкости конденсаторов настройки входного и гетеродинного контуров одинаковы, индуктивность гетеродинной катушки должна быть несколько меньше индуктивности катушки L_1 входного контура.

Обращаем внимание на включение конденсатора C_5. В обеих схемах рис. 273 он включен в контур гетеродина последовательно с конденсатором переменной емкости C_4. Это — так называемый сопрягающий конденсатор. Он уменьшает общую емкость контура, сокращая этим диапазон частот генерируемых колебаний. Это необходимо для точного сопряжения контуров, т. е. для того, чтобы по всему диапазону была строгая согласованность между частотами принимаемых станций и гетеродина чтобы в любой точке настройки данного диапазона частота гетеродина превышала частоту принимаемого сигнала точно на частоту, на которую настроены контуры трансформатора промежуточной частоты. Параллельно гетеродинной катушке тоже иногда подключают конденсатор (например, C_{10} на рис. 269), выполняющий роль сопрягающего. Сопрягающие конденсаторы включают обычно только в гетеродинные контуры длинноволнового и средневолнового диапазонов; в контурах коротковолновых диапазонов простых любительских супергетеродинов их обычно не бывает.

Точное сопряжение входных и гетеродинных контуров и точная настройка контуров трансформатора промежуточной частоты обязательны для работы супергетеродина. Если сопряжение сделано недостаточно тщательно, приемник будет работать плохо. Для облегчения сопряжения контуров в супергетеродинах чаще применяют отдельные катушки для каждого диапазона, а не общие катушки с отводами, как это зачастую делается в приемниках прямого усиления.

САМОДЕЛЬНЫЙ СЕТЕВОЙ СУПЕРГЕТЕРОДИН

Принципиальную схему простого трехдиапазонного супергетеродина с питанием от сети переменного тока мы показали в самом начале беседы (рис. 269). Приемник по этой схеме мы и рекомендуем тебе сделать.

Правая часть схемы, начиная с конденсатора C_{15}, является точным повторением схемы трехлампового приемника прямого усиления (рис. 232). Каскад усиления высокой частоты этого приемника заменен преобразователем— получился трехламповый супергетеродин. В его преобразователе работает гептод 6А2П ($Л_1$), в сеточном детекторе с обратной связью по промежуточной частоте — пентод 6Ж3П ($Л_2$), в выходном каскаде — лучевой тетрод 6П1П ($Л_3$), в выпрямителе — кенотрон 5Ц4С. Лампочка $Л_5$ служит для освещения шкалы.

Связь входного контура приемника с антенной — емкостная; антенна присоединяется к этому контуру через конденсатор C_1. Этот контур состоит из конденсатора переменной емкости C_4 и одной из трех катушек: коротковолновой L_1, средневолновой L_2 или длинноволновой L_3. Каждая из этих катушек может быть подключена к конденсатору переменной емкости C_4 переключателем диапазонов $П_1$.

Контур гетеродина состоит из конденсатора переменной емкости C_{12} и из катушек: коротковолновой L_4, средневолновой L_5 или длинноволновой L_6. Включение этих катушек в контур гетеродина осуществляется переключателями $П_2$ и $П_3$. Установка переключателей в положение *К* соответствует коротковолновому, в положение *С* — средневолновому и

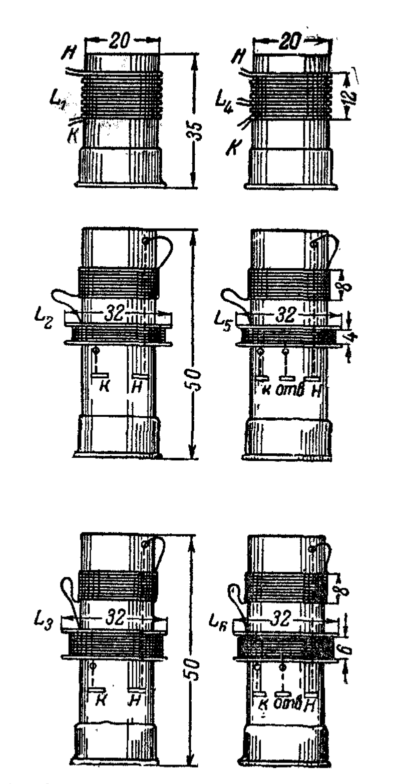


Рис. 274. Контурные катушки супергетеродина.

в положение *Д* — длинноволновому диапазонам. При настройке на одном из диапазонов катушки других диапазонов в работе приемника не участвуют.

Конденсаторы C_7, C_9 и C_{10} являются сопрягающими, а C_2, C_3, C_8 и C_{11} — подстроечными конденсаторами контуров средневолнового и длинноволнового диапазонов. В контурах коротковолнового диапазона подстроечных и сопрягающих конденсаторов нет.

Переключатели $П_1$, $П_2$ и $П_3$ действуют одновременно. Конденсаторы переменной емкости C_4 и C_{12} объединены в блок.

В анодную цепь преобразовательной лампы $Л_1$ включен контур C_7C_{13}. Такой же контур L_8C_{14} находится в цепи сетки детекторной лампы $Л_2$. Оба эти контура настроены на частоту 465 *кгц* и образуют трансформатор промежуточной частоты. L_9 — катушка обратной связи. Она располагается возле катушки L_8. Величина обратной связи подбирается переменным сопротивлением R_6.

Приемник ориентировочно охватывает такие диапазоны волн: коротковолновый — от 25 до 60 *м*, средневолновый — от 200 до 550 *м* и длинноволновый — от 700 до 2 000 *м*.

Входные и гетеродинные катушки — самодельные. Их устройство показано на рис. 274. Числа витков катушек и рекомендуемый для их намотки провод приводим в таблице.

Все катушки наматывай на картонных гильзах от охотничьего ружья или на самодельных цилиндрических картонных каркасах. Диаметр каркасов 18—20 *мм*. Коротковолновые катушки однослойные. Их надо намотать с принудительным шагом с таким расчетом, чтобы общая длина намотки составляла около 12 *мм*. Следи, чтобы при пайке отвода гетеродинной катушки не получилось замыкания между соседними витками. Входные и гетеродинные катушки средневолнового и длинноволнового диапазонов многослойные, намотанные «внавал» между щечками. Можно применить и намотку типа «Универсаль». Они имеют подстроечные секции, намотанные в один-два слоя на картонных или прессшпановых гильзах шириной 8—10 *мм*. Гильзы подстроечных секций должны с небольшим трением передвигаться по каркасу. Такая конструкция катушек облегчает подстройку контуров, избавляя от кропотливой отмотки или домотки катушек во время налаживания приемника. Чтобы витки подстроечных секций не сползли, их можно скрепить лаком или клеем. В нижних частях каркасов средневолновых и длинноволновых катушек укрепи скобочки из толстого монтажного провода и припаяй к ним выводы катушек. В приемнике можно использовать контурные катушки и от заводских супергетеродинов.

Диапазоны	Коротковолновый		Средневолновый		Длинноволновый	
Катушки	Входная L_1	Гетеродинная L_4	Входная L_2	Гетеродинная L_5	Входная L_3	Гетеродинная L_6
Число витков	8 витков	$7^3/_4$ витка, отвод от 3-го витка	60+20 витков	50+20 витков, отвод от 12-го витка	270+40 витков	110+20 витков отвод от 16-го витка
Провод	ПЭЛ 0,6—0,8		ПЭШО или ПЭЛ 0,15—0,25			

Трансформатор промежуточной частоты должен быть рассчитан на частоту 465 *кгц*. Можно применить, например, трансформатор от приемника «Салют», ВЭФ М-755, «Родина» или других супергетеродинов. Эти трансформаторы (рис. 275,*а*) имеют высокочастотные сердечники и конденсаторы (C_{13} и C_{14} на рис. 269). Чтобы использовать такой трансформатор в нашем приемнике, надо около катушки L_8 контура детекторной лампы или между ее секциями намотать катушку обратной связи L_9 (рис. 275,*б*). Она должна содержать 25—30 витков провода ПЭЛ 0,15—0,2.

Переключатель диапазонов — двухплатный на три положения.

Чтобы переделать трехламповый приемник прямого усиления по схеме рис. 232 в супергетеродин, нужно только изменить монтаж его каскада усиления высокой частоты. Для этого удали катушки колебательных контуров и дроссель высокой частоты, отпаяй монтажные проводники от переключателя диапазонов и панельки первой лампы, оставив только цепь накала. Затем укрепи на шасси контурные катушки средневолнового и длинноволнового диапазонов и трансформатор промежуточной частоты, как показано на рис. 276. Катушки коротковолнового диапазона размести в подвале шасси около переключателя диапазонов. Подстроечные конденсаторы могут быть смонтированы как сверху горизонтальной панели шасси, так и под ней. Важно, чтобы они находились возможно ближе к катушкам и переключателю диапазонов. Монтаж этой части супергетеродина делай руководствуясь принципиальной схемой.

Во время переделки приемника сопротивление обратной связи R_6 можно перенести на заднюю стенку шасси или расположить его на горизонтальной панели около трансформатора промежуточной частоты. Пользоваться им ты будешь только при налаживании приемника. На место сопротивления обратной

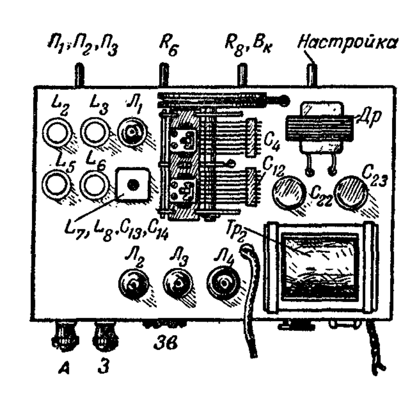


Рис. 276. Вид на шасси самодельного супергетеродина сверху.

связи можно перенести устройство для настройки приемника, а освободившееся место занять сопротивлением для плавной регулировки тембра звука. Советы по включению этого регулятора мы давали в конце двадцать четвертой беседы.

Впрочем, в супергетеродине переменное сопротивление обратной связи вообще можно заменить постоянным. В этом случае схема анодной цепи лампы детекторного каскада будет иметь вид, показанный на рис. 277. Сопротивление R_6 в этом случае станет выполнять роль дросселя высокой частоты. Наивыгоднейшая величина обратной связи устанавливается подстроечным конденсатором *С* с наибольшей емкостью 50—70 *пф*. Его надо укрепить около трансформатора промежуточной частоты. Если окажется, что емкость подстроечного конденсатора мала, параллельно ему следует подключить конденсатор постоянной емкости. Емкость его в пределах 100—220 *пф* подбирается опытным путем во время налаживания приемника.

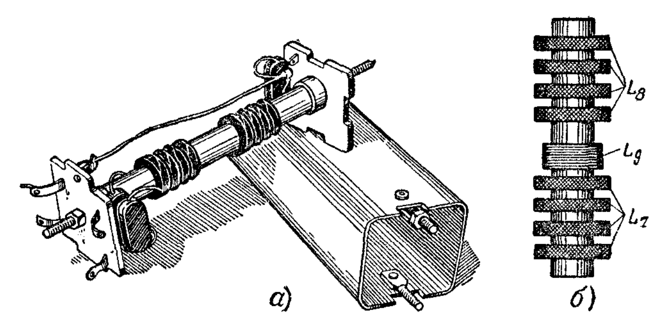


Рис. 275. Одна из конструкций трансформатора промежуточной частоты (*а*) и размещение на каркасе трансформатора катушки обратной связи (*б*).

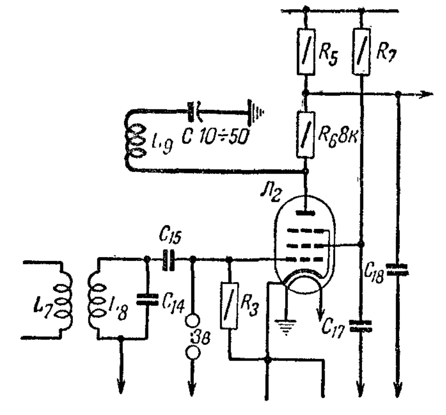


Рис. 277. Измененная схема обратной связи.

САМОДЕЛЬНЫЙ БАТАРЕЙНЫЙ СУПЕРГЕТЕРОДИН

Батарейный трехламповый приемник по схеме рис. 194 тоже легко превратить в простой супергетеродин. Получится тоже трехдиапазонный, трехламповый супергетеродин (рис. 278). В его преобразователе частоты работает гептод 1А1П ($Л_1$), в сеточном детекторе — пентод 1К1П ($Л_2$) и в выходном каскаде — лучевой тетрод 2П1П ($Л_3$). Гнезда T предназначены для включения телефонных трубок, когда не требуется громкоговорящий прием. В этом случае выходная лампа вынимается из панельки и приемник работает в экономичном режиме.

Катушки L_1, L_4 и L_7 — коротковолновые, L_2, L_5 и L_8 — средневолновые, L_3, L_6 и L_9 — длинноволновые. Из них катушки L_1, L_2 и L_3 — являются катушками входных контуров, L_4, L_5, L_6—катушками контуров гетеродина, а L_7, L_8 и L_9 — катушками обратной связи гетеродина.

Переход на прием радиостанций того или иного диапазона осуществляется переключателями $П_1$, $П_2$ и $П_3$, а плавная настройка — конденсаторами переменной емкости C_4 и C_6 (блок конденсаторов). Конденсаторы C_2, C_3, C_8 и C_{10} — подстроечные, а конденсаторы C_7, C_9 и C_{11} — сопрягающие контуров средневолнового и длинноволнового диапазонов приемника. Сопротивление R_2 и конденсатор C_{12} образуют ячейку развязывающего фильтра анодной цепи гетеродина. Напряжение на вторую и четвертую сетки лампы $Л_1$ подается через гетеродинную катушку обратной связи того диапазона, который включен. Сопротивление R_1 и конденсатор C_5 являются деталями цепи сетки гетеродина. Контуры $L_{10}C_{13}$ и $L_{11}C_{14}$, настроенные на частоту 465 *кгц*, образуют трансформатор промежуточной частоты. Колебания промежуточной частоты, возникающие в контуре $L_{11}C_{14}$, детектируются лампой $Л_2$. Лампа $Л_3$ усиливает колебания низкой частоты.

Сравни схему этого супергетеродина со схемой трехлампового батарейного приемника (рис. 194), и ты увидишь, что детекторный и выходной каскады этих приемников совершенно одинаковы. Следовательно, для того чтобы изготовленный тобой приемник прямого усиления превратить в супергетеродин, надо лишь изменить монтаж первого каскада.

Катушки входных контуров L_1, L_2, L_3 и трансформатор промежуточной частоты — такие же, как в сетевом супергетеродине. Устройство катушек гетеродина показано на рис. 279. Контурные катушки и катушки обратной связи каждого диапазона располагаются на одном каркасе. Коротковолновая контурная катушка L_4 имеет $6^3/_4$ витка провода ПЭЛ 0,8—1,0. На этом же каркасе по обе стороны от контурной катушки намотай катушку обратной связи L_7; она должна содержать 10—12 витков (по пять витков с каждой стороны) провода ПЭЛ 0,15—0,20. Средневолновая и длинноволновая гетеродинные катушки L_5 и L_6 намотаны между щечками и имеют подстроечные секции на картонных кольцах. Рядом с ними, также между картонными щечками, намотаны относящиеся к ним катушки обратной связи. Катушка L_5 имеет 50+15 витков, катушка L_8—40 витков, катушка L_6 — 110+20 витков и катушка L_9—60 витков. Эти катушки наматывай проводом ПЭШО или ПЭЛ 0,15—0,20. Начала и концы катушек припаяй к выводным проволочным или жестяным скобочкам, укрепленным в нижних частях каркасов.

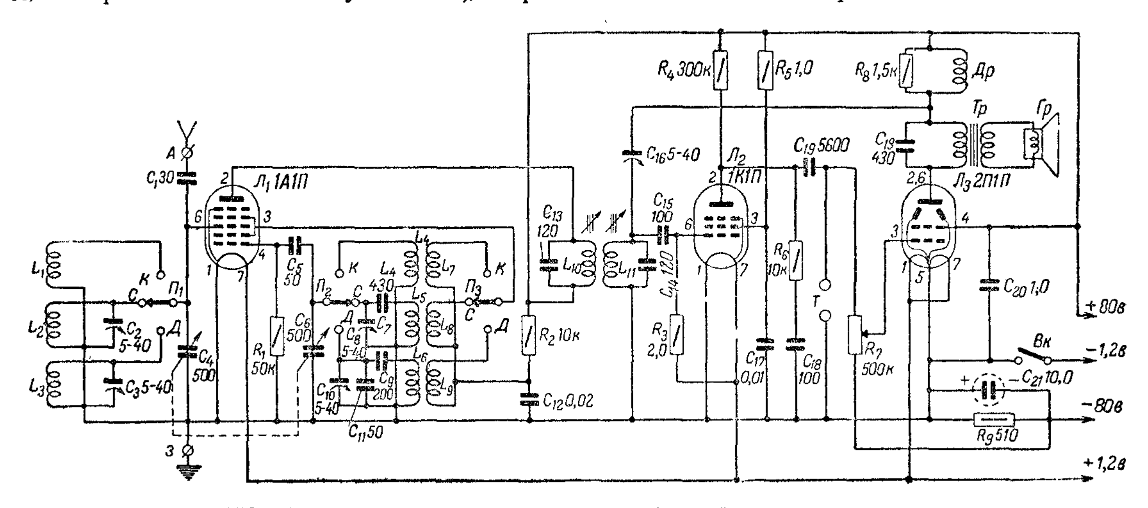


Рис. 278. Принципиальная схема простого батарейного супергетеродина.

В супергетеродине можно применить такие же средневолновые и длинноволновые катушки с высокочастотными сердечниками, как и в трехламповом приемнике прямого усиления (коротковолновый диапазон может быть исключен). Для этого надо только уменьшить число витков катушек L_3 и L_4 детекторного каскада так, чтобы они были пригодны для гетеродина, и намотать поверх них катушки обратной связи. Число витков первой катушки надо уменьшить до 100 (она будет катушкой L_5), а второй — до 125 витков (она будет катушкой L_6). Поверх первой катушки намотай 60—65 витков провода ПЭЛ 0,15—0,20 (катушка L_8), а поверх второй — 70—75 витков того же провода (катушка L_9). Входные катушки приемника прямого усиления остаются в супергетеродине без каких-либо изменений.

Чтобы переделать приемник прямого усиления в супергетеродин, надо заменить контурные катушки (или изменить данные катушек), укрепить трансформатор промежуточной частоты, заменить переключатель двухплатным (или добавить к имеющемуся переключателю группу замыкающих контактов, если супергетеродин будет двухдиапазонным) и изменить монтаж у панельки первой лампы.

Трансформатор промежуточной частоты располагай между первой и второй лампами, катушки — около переключателя диапазонов в подвале шасси или около блока конденсаторов на горизонтальной панели шасси, сопрягающие и подстроечные конденсаторы — рядом с катушками. После этого соедини по схеме все детали, стараясь, чтобы монтажные проводники были возможно короткими.

При монтаже гетеродинной части преобразователя помни, что если контурная катушка и ее катушка обратной связи намотаны в одну сторону, то начало контурной катушки должно подключаться к сетке гетеродина, а конец катушки обратной связи — к аноду гетеродина. Иначе генерация не возникнет и приемник работать не будет. Если во время налаживания приемника будет обнаружено неправильное включение этих катушек, надо поменять местами выводы катушки обратной связи того диапазона, на котором гетеродин не работает.

Схема положительной обратной связи может быть сделана такой же, как и в сетевом супергетеродине (рис. 269 и 277). В этом случае все детали, относящиеся к обратной связи (на рис. 278 C_{16}, R_6, R_8 и дроссель высокой частоты *Др*), из приемника исключи, а оставшийся вывод конденсатора C_{18} припаяй к точ-

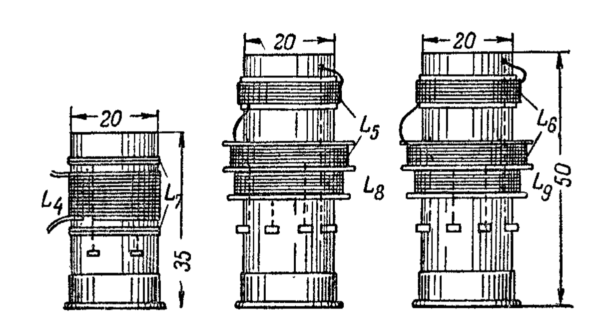


Рис. 279. Катушки контура гетеродина.

ке соединения разделительного конденсатора C_{19} с сопротивлением R_4. Катушку обратной связи (80—90 витков провода ПЭЛ 0,15—0,20) намотай возле катушки L_{11} трансформатора промежуточной частоты.

НАЛАЖИВАНИЕ СУПЕРГЕТЕРОДИНА

После проверки монтажа и подключения к приемнику питания желательно проверить напряжения на электродах преобразовательной лампы. На ее аноде должно быть почти полное напряжение выпрямителя (или анодной батареи), а на экранной сетке — примерно вдвое меньшее напряжение.

Проверив работу низкочастотной части супергетеродина так же, как мы рассказали в двадцать шестой беседе, можно приступить к налаживанию преобразователя частоты. Сначала надо настроить в резонанс контуры трансформатора промежуточной частоты, затем подогнать диапазоны гетеродинных контуров и, наконец, подстроить входные контуры. Сердечники катушек трансформатора промежуточной частоты вначале установи примерно в среднее положение, а цепь обратной связи временно отключи.

Присоедини к приемнику антенну и заземление и настрой его на какую-либо радиостанцию длинноволнового или средневолнового диапазона. Медленно вращая сердечники трансформатора промежуточной частоты (сначала катушки контура сетки детекторной лампы, затем катушки анодного контура преобразовательной лампы), добейся наибольшей громкости приема. Если радиостанции не слышны, антенну можно временно присоединить к управляющей сетке первой лампы. Затем, не изменяя настройки приемника, включи цепь обратной связи. Величину обратной связи надо подобрать такой, чтобы детекторный каскад был близок к порогу генерации. Это будет соответствовать наибольшему усилению.

После этого окончательно подстрой сердечниками в резонанс контуры трансформатора промежуточной частоты и переходи к сопряжению гетеродинных и входных контуров. Последовательность сопряжения контуров на различных диапазонах не имеет значения, так как каждый из них имеет отдельные катушки.

Сопряжение гетеродинных и входных контуров супергетеродина мало чем отличается от настройки в резонанс контуров приемника прямого усиления. Диапазон принимаемых волн (начало его и конец) устанавливается регулировкой деталей контура гетеродина, а затем подстраиваются входные контуры. В конце диапазона сопряжение производится перемещением подстроечных секций катушек или их высокочастотными магнитными сердечниками, а в начале диапазона — подстроечными конденсаторами. Индуктивность коротковолновых катушек можно изменить путем сближения или раздвижения их витков. После настройки входного и гетеродинного контуров может появиться необходимость более точно настроить контуры промежуточной частоты.

Окончательно налаженный приемник при наружной антенне и хорошем заземлении должен обеспечить громкий прием большого числа радиовещательных станций на всех диапазонах. Настройка на радиостанции коротковолнового диапазона требует большой точности. Достаточно хотя бы немного изменить емкость конденсаторов настройки, чтобы пропустить две-три радиостанции. Поэтому вращать ручку настройки надо очень медленно и плавно. При приеме радиостанций, особенно коротковолновых, заметны «замирания» приема. Для простейшего супергетеродина это явление неизбежно, так как в нем нет автоматической регулировки усиления.

ПРЕИМУЩЕСТВА СУПЕРГЕТЕРОДИНА

Одно из основных преимуществ супергетеродина заключается в том, что его чувствительность на всех волнах, включая и короткие, более равномерна, чем у приемника прямого усиления. Супергетеродин, кроме того, обладает более высокой избирательностью, что объясняется большим числом имеющихся в нем колебательных контуров по сравнению с приемником прямого усиления. При этом настраивать одновременно приходится только два контура: входной и гетеродинный.

Чувствительность супергетеродина можно повысить, если между преобразователем частоты и детектором ввести один каскад усиления промежуточной частоты. Такой каскад дает значительно большее усиление, чем каскад усиления высокой частоты приемника прямого усиления. В супергетеродине с каскадом усиления промежуточной частоты можно отказаться от сеточного детектирования и применить диодный детектор. При этом повысится качество звучания приемника, появится возможность ввести в него автоматическую регулировку усиления (АРУ) добавить электронный указатель настройки («магический глаз»).

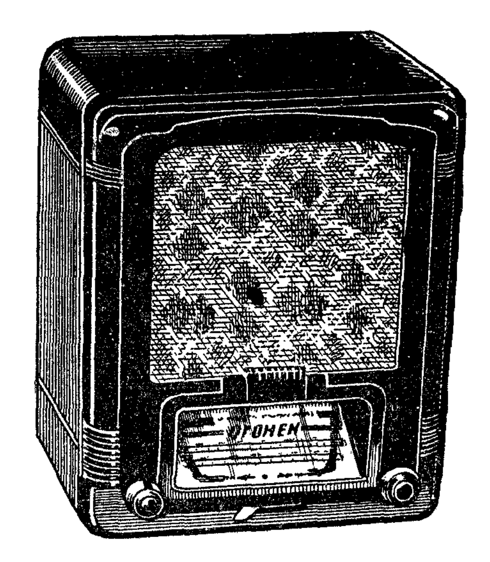


Рис. 280. Радиоприемник «Огонек».

РАДИОПРИЕМНИК «ОГОНЕК»

Наша радиотехническая промышленность выпускает много типов супергетеродинных радиоприемников. Расскажем об устройстве и работе одного из простых супергетеродинов — о радиоприемнике «Огонек» (рис. 280). Его выпускает московский радиозавод «Красный Октябрь».

«Огонек» рассчитан на прием радиостанций двух диапазонов: средневолнового — от 187,5 до 576,9 *м* (1 600—520 *кгц*), и длинноволнового — от 723 до 2 000 *м* (415—150 *кгц*). Кроме приема радиостанций, он может быть использован для воспроизведения грамзаписи. Выходная мощность приемника 0,5 *вт*, промежуточная частота 465 *кгц*.

Принципиальная схема приемника «Огонек» показана на рис. 281. Всего в нем пять электронных ламп: 6А7, 6Б8С, 6Ж8, 6П6С и 6Ц5С. Лампа $Л_1$ работает в преобразователе частоты, $Л_2$ усиливает колебания промежуточной частоты, детектирует и осуществляет АРУ, $Л_3$ работает в каскаде предварительного усиления низкой частоты, $Л_4$ — в выходном каскаде и $Л_5$ — в выпрямителе. Лампочка $Л_6$ служит для освещения шкалы. С целью упро-

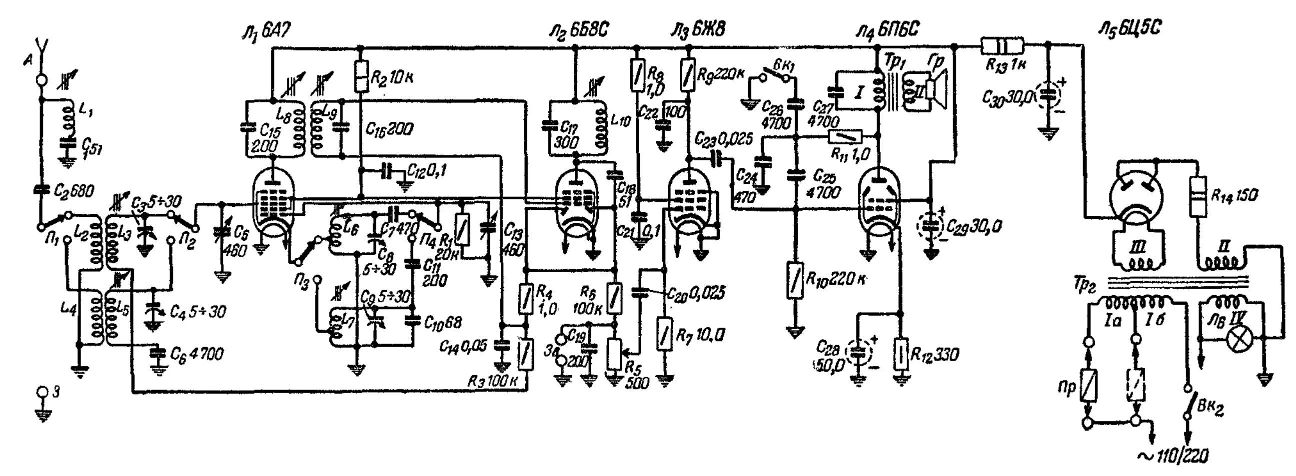


Рис. 281. Принципиальная схема радиоприемника «Огонек».

щения схемы в ней не показан общий заземленный проводник, роль которого выполняет металлическое шасси; соединение с этим проводником обозначено знаками, символизирующими заземление.

Разберем отдельные каскады, узлы и цепи приемника.

Преобразователь частоты. Катушки L_2, L_3 и L_6 — средневолновые, а L_4, L_5 и L_7 — длинноволновые. Из них L_2 и L_4 являются катушками антенного контура, L_3 и L_4 — катушками входных контуров, L_6 и L_7 — катушками контуров гетеродина. Контуры L_8C_{15} и L_9C_{16} настроены на частоту 465 *кгц*. Они образуют трансформатор промежуточной частоты, связывающий преобразователь частоты с каскадом усиления промежуточной частоты. Включение катушек в контуры осуществляется переключателями диапазонов, действующими одновременно. Верхнее (на схеме) положение переключателей соответствует приему на средневолновом, а нижнее — на длинноволновом диапазоне. Плавная настройка приемника производится конденсаторами переменной емкости C_5 и C_{13}, объединенными в блок.

Катушки и подстроечные конденсаторы входного контура, включаемые в цепь управляющей сетки лампы $Л_1$, связаны с катушками антенных контуров индуктивно. Антенный контур не настраивается. В цепь антенны включен контур L_1C_1, настроенный на частоту 465 *кгц*. Он ослабляет помехи от радиостанций, работающих на частотах, близких к промежуточной. Конденсатор C_2 защищает катушки антенного контура от повреждения в случае соприкосновения антенны с проводами электросети.

Гетеродин преобразователя выполнен по трехточечной схеме. Катушки его контура подключаются к катоду и первой сетке лампы переключателями $П_3$ и $П_4$. Конденсаторы C_7, C_{10} и C_{11} — сопрягающие. Подстройка входных и гетеродинных контуров в начале каждого диапазона достигается подстроечными конденсаторами C_3, C_4, C_8 и C_9, а в конце диапазонов — высокочастотными магнитными сердечниками катушек. Напряжение на анод смесительной части лампы $Л_1$ подается через катушку L_8, а пониженное напряжение на анод гетеродина (вторая сетка), экранную сетку (четвертая сетка) лампы $Л_1$ и на экранную сетку лампы $Л_2$ — через сопротивление R_2. Вместе с конденсатором C_{14} оно образует развязывающий фильтр.

Усилитель промежуточной частоты и диодный детектор. В каскаде усиления промежуточной частоты работает пентодная часть лампы 6Б8С ($Л_2$). В цепь ее управляющей сетки включен контур L_9C_{16}, связанный индуктивно с анодным контуром преобразователя частоты. Следовательно, в контуре L_9C_{16} индуктируются колебания промежуточной частоты. Лампа 6Б8С усиливает их.

В анодном контуре $L_{10}C_{17}$ этой лампы, также настроенном на 465 *кгц*, получаются усиленные колебания промежуточной частоты. Через конденсатор C_{18} эти колебания подаются на параллельно соединенные диоды лампы $Л_2$, которые их детектируют. В цепь диода включены сопротивления R_6 и R_5. Напряжение частоты получается на переменном сопротивлении R_5, являющемся регулятором громкости. Конденсатор C_{19} сглаживает высокочастотные пульсации выпрямленного диодом тока.

Автоматическая регулировка усиления. Выше мы говорили, что для борьбы с замираниями радиоприема в супер-

гетеродинах применяют автоматическую регулировку усиления. Она заключается в том, что при увеличении принимаемого сигнала на управляющих сетках ламп преобразователя и каскада усиления промежуточной частоты автоматически увеличивается напряжение смещения, что снижает общее усиление приемника.

В приемнике «Огонек» смещение на первые две лампы получается за счет падения напряжения на сопротивлениях R_5 и R_6, включенных в цепь диодного детектора. Проследим цепи управляющих сеток этих ламп. Управляющая сетка лампы $Л_2$ соединена через катушку L_9 и сопротивление R_4 с верхним концом сопротивления R_6, т. е. с анодом диода. Первая сетка лампы $Л_1$ соединена с той же точкой схемы через катушку L_3 или L_5 и сопротивления R_3 и R_4. Катоды этих ламп соединены с общим минусом. Постоянная составляющая тока диодного детектора, т. е. среднее значение тока, действующего в его цепи, зависит от силы приходящих сигналов. При сильных сигналах ее величина возрастает, при слабых сигналах уменьшается. Соответственно изменяется постоянная слагающая напряжения на цепочке из сопротивлений R_5 и R_6, а значит и смещение на управляющих сетках первых двух ламп. Поэтому и усиление, даваемое этими лампами, автоматически возрастает, когда сигналы слабы, и падает, когда сила сигналов увеличивается. Такая система управления усилением диодным детектором и называется автоматической регулировкой усиления.

Усилитель низкой частоты. В усилитель низкой частоты входят лампы 6Ж8 (L_3) и 6П6С (L_4). Его входом является переменное сопротивление R_5. Как при приеме радиостанций, так и при работе от звукоснимателя на нем создаются колебания низкой частоты. Через его ползунок и разделительный конденсатор C_{20} эти колебания подаются на управляющую сетку лампы 6Ж8. Усиленные ею колебания через конденсатор C_{23} подводятся к управляющей сетке лампы выходного каскада. В анодную цепь лампы 6П6С включена первичная обмотка выходного трансформатора $Тр_1$, ко второй обмотке которого подключен громкоговоритель типа 0,5-ГД-2.

Постоянное напряжение смещения на управляющую сетку выходной лампы подается с ее катодного сопротивления R_{12}, зашунтированного конденсатором C_{28}, через сопротивление утечки сетки R_{10}. На управляющей сетке лампы 6Ж8 смещение получается за счет напряжения, создающегося на сопротивлении R_7 током цепи управляющей сетки этой лампы. Вообще ток сетки небольшой. Но если в ее цепь включать очень большое сопротивление, как это сделано в приемнике «Огонек» ($R_4 = 10$ *Мом*), то на нем получается отрицательное напряжение, достаточное для того, чтобы лампа не давала искажений.

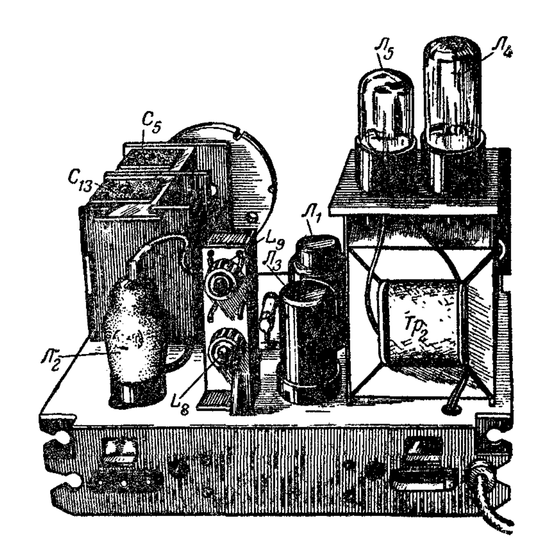


Рис. 282. Шасси приемника «Огонек».

В выходном каскаде имеется отрицательная обратная связь, образованная цепью $R_{11}C_{25}$. Конденсатор C_{24} служит для подъема низких частот. В эту же цепь с помощью выключателя $Вк_1$ может быть включен конденсатор C_{26}, изменяющий тембр звука.

Выпрямитель. Выпрямитель «Огонька» собран по однополупериодной схеме. Сетевая обмотка силового трансформатора состоит из двух секций: *Iа* и *Iб*. При напряжении сети 127 *в* включается только секция *Iб*, а при 220 *в* — обе секции. Переключение с одного напряжения на другое производится перестановкой предохранителя *Пр*. Обмотка *II* — повышающая. Обмотка *III* питает нить накала кенотрона, а обмотка *IV* — цепи накала ламп приемника. Сопротивление R_{13} и конденсаторы C_{29} и C_{30} образуют сглаживающий фильтр выпрямителя. Сопротивление R_{14}, включенное между анодами кенотрона и повышающей обмоткой, выполняет роль ограничителя. Если цепь высокого напряжения случайно окажется замкнутой накоротко (например, будет пробит конденсатор C_{30}), то это сопротивление защитит кенотрон от перегрузки.

Конструкция. Приемник смонтирован на металлическом шасси (рис. 282), расположенном в пластмассовом ящике размером

160×220×270 *мм*. Сверху на шасси находится лампа, блок конденсаторов настройки, трансформатор промежуточной частоты, силовой трансформатор. Лампы 6П6С и 6Ц5С расположены на панели, укрепленной на силовом трансформаторе. На задней стенке шасси укреплены гнезда для включения антенны, заземления и звукоснимателя, а также колодочка плавкого предохранителя. Остальные детали смонтированы в подвале шасси.

А теперь вспомни, какие из узлов «Огонька» тебе уже знакомы. Начнем с выпрямителя. Точно такой же выпрямитель применен в радиограммофоне, который мы описали выше. Только там не было ограничительного сопротивления.

Чем отличается усилитель низкой частоты «Огонька» от усилителя радиограммофона, от низкочастотной части трехлампового приемника или самодельного супергетеродина? В выходном каскаде «Огонька» есть отрицательная обратная связь.

Ее можно ввести и в самодельные конструкции.

Далее идет каскад усиления промежуточной частоты с диодным детектором. Эта часть приемника тебе кажется новой. Но это только на первый взгляд. В самом деле, чем она отличается от высокочастотного каскада приемника 1-V-1? Только тем, что в нем первая лампа усиливала модулированные колебания принимаемой частоты, а в супергетеродине усиливаются модулированные колебания постоянной, промежуточной частоты. Что же касается детектирования, то для этой цели принципиально можно использовать любой детектор. Но диодный все же лучше, потому что он работает устойчивее, чем сеточный, он позволяет ввести АРУ.

Можно ли ввести каскад усиления промежуточной частоты и диодный детектор в самодельный супергетеродин? Можно. Для этого надо только добавить в приемник одну лампу и трансформатор промежуточной частоты. Правда, среди сетевых ламп пальчиковой серии нет диод-пентода, как 6Б8С, поэтому придется ставить две лампы: пентод 6К1П или 6Ж3П и двойной диод 6Х2П. Но можно поставить лампу 6Б8С — ведь ее нить накала рассчитана на 6,3 *в*.

Добавив каскад усиления промежуточной частоты, ты повысишь чувствительность и избирательность своего супергетеродина, введешь АРУ. Кроме того, ты сможешь ввести в приемник электронный индикатор настройки с лампой 6Е1П или 6Е5С.

Схема включения электронного указателя настройки показана на рис. 283. Высокое положительное напряжение подается на светящийся экран лампы (штырек *6*) непосредственно от положительного полюса выпрямителя, а на анод (штырек *3*) — через сопротивление R_1 величиной 1—1,5 *Мом*. Между управляющей сеткой (штырек *5*) и катодом лампы включен конденсатор *C* емкостью 0,05 *мкф*. Управляющая сетка через сопротивление R_2 величиной 0,5—1,5 *Мом* соединяется с сопротивлением нагрузки диодного детектора или с незаземленным гнездом звукоснимателя. При точной настройке приемника на радиостанцию светящийся сектор экрана будет сходиться до узкой полоски.

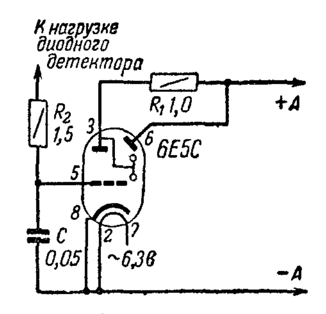


Рис. 283. Принципиальная схема включения электронного указателя настройки.

Лампа вместе с панелькой крепится на держателе с таким расчетом, чтобы ее светящийся экран был виден через отверстие в передней стенке ящика приемника. Относящиеся к лампе детали монтируются непосредственно на панельке. Индикатор соединяется со схемой приемника изолированными проводниками, причем проводник управляющей сетки обязательно должен быть экранирован, а экран его заземлен.

Преобразователь частоты «Огонька» отличается от преобразователя самостоятельного супергетеродина в основном только тем, что в нем связь входных контуров с антенной не емкостная, а индуктивная. И в нашем супергетеродине можно намотать около входных катушек антенные катушки, число витков в которых должно быть в 2—2,5 раза больше, чем в катушках входных контуров.

Для чего мы сделали такой сравнительный обзор схем «Огонька» и самодельного супергетеродина? Чтобы показать, что принцип работы всех приемников супергетеродинного типа одинаков. Только одни из них проще, выглядят внешне они скромнее, другие сложнее и выглядят наряднее. Одни приемники выпускаются со звукоснимателями и электродвигателями для проигрывания грампластинок — это радиолы, другие без них. Есть приемники с двумя, тремя громкоговорителями. Они дают лучшее качество воспроизведения передачи.

Если ты захочешь, то со временем построишь сложный супергетеродин, может быть даже радиокомбайн.

Беседа двадцать девятая

СВЯЗЬ НА УЛЬТРАКОРОТКИХ ВОЛНАХ

Как ты уже знаешь, ультракороткими волнами называются волны короче 10 *м*. Им соответствуют частоты от 30 *Мгц* и выше. На УКВ ведутся телевизионные передачи. В больших городах на УКВ работают радиовещательные станции с частотной модуляцией. На УКВ осуществляется связь между населенными пунктами, между группами альпинистов, в экспедициях, в походах. УКВ используются для изучения верхних слоев атмосферы, для вождения по курсу самолетов и кораблей (радионавигация). На УКВ работают передатчики и приемники пожарных команд, автомашин скорой помощи и многие другие радиостанции специального назначения.

Есть в диапазоне УКВ и участки, где идут оживленные разговоры между радиолюбителями. Бывают дни, когда на этих участках волн в эфире идет ожесточенная борьба между радиолюбителями за право получить звание лучшего укависта. Соревнуются и малые и старые. Выигрывает тот, у кого крепче знания, кто лучше владеет техникой передачи и приема на УКВ. Таких участков, отведенных радиолюбителям, несколько: 38—40 *Мгц*, 144—146 *Мгц*, 420—425 *Мгц*, 1 470—1 520 *Мгц* и 5 650—5 950 *Мгц*. На любом из них радиолюбители могут вести между собой переговоры или, как говорят, устанавливать двусторонние связи.

Самое привлекательное в этом деле — возможность вести любые переговоры и даже обмениваться концертами грамзаписи. Для этого вовсе не нужна сложная аппаратура. Радиолюбители-укависты пользуются простыми самодельными передатчиками и приемниками.

Передатчики начинающих укавистов обычно работают на частотах 38—40 *Мгц*, т. е. на 7-метровом диапазоне. Накопив опыт, они переходят на диапазоны более высоких частот. Аппаратура, работающая на таких частотах, сложнее.

Велика ли «дальнобойность» любительских УКВ передатчиков и приемников? При мощности передатчика в несколько ватт уверенную связь можно держать до 30—50 *км*, а иногда при особых условиях в атмосфере — до нескольких тысяч километров. Любительская связь на УКВ — это спорт, а в спорте бывают самые неожиданные результаты. Займись и ты этим увлекательнейшим видом радиолюбительского спорта.

Но прежде чем приступить к постройке передатчика, необходимо через местный радиоклуб ДОСААФ получить в Областном управлении Министерства связи разрешение на постройку, а затем на эксплуатацию любительского передатчика.

Строить и эксплуатировать передатчик без официального разрешения категорически запрещается.

ДВУСТОРОННЯЯ СВЯЗЬ

Чтобы установить двустороннюю связь, надо иметь передатчик и приемник, работающие на волне одной и той же длины.

Сущность радиосвязи проще всего уяснить по блок-схеме приемно-передающего устройства (рис. 284). В передатчик входят: генератор высокой частоты, усилитель низкой частоты и микрофон. В приемник входят: усилитель высокой частоты, детектор и усилитель низкой частоты с телефонными трубками.

Антенна на время передачи подключается к генератору, а на время приема она переключается на вход приемника.

Генератор передатчика вырабатывает (генерирует) незатухающие колебания высокой частоты, которые поступают в антенну и возбуждают в пространстве радиоволны. Колебания звуковой частоты, поступающие от усилителя низкой частоты (в данном случае он

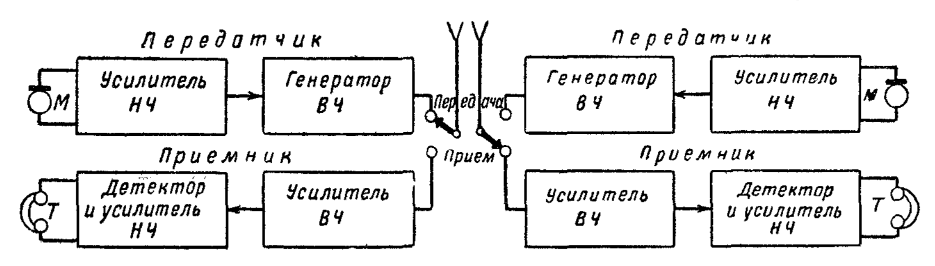


Рис. 284. Блок-схема аппаратуры для двусторонней радиосвязи.

выполняет роль модулятора), воздействуют на амплитуды высокочастотных колебаний генератора — происходит амплитудная модуляция.

Достигая приемной антенны, радиоволны возбуждают в ней модулированные колебания высокой частоты. Они усиливаются, детектируются, а выделенные детектором колебания звуковой частоты после усиления преобразуются телефоном в звук.

Таким образом, когда ты будешь работать на своей передающей станции, тебя услышит товарищ по эфиру. Передав ему сообщение, ты выключаешь передатчик и включаешь приемник — переходишь на прием. Твой корреспондент в это время выключает приемник и включает свой передатчик. Теперь он передает сообщение, адресованное тебе. Потом ты снова переходишь на передачу, а он на прием. Так между вами устанавливается двусторонняя связь.

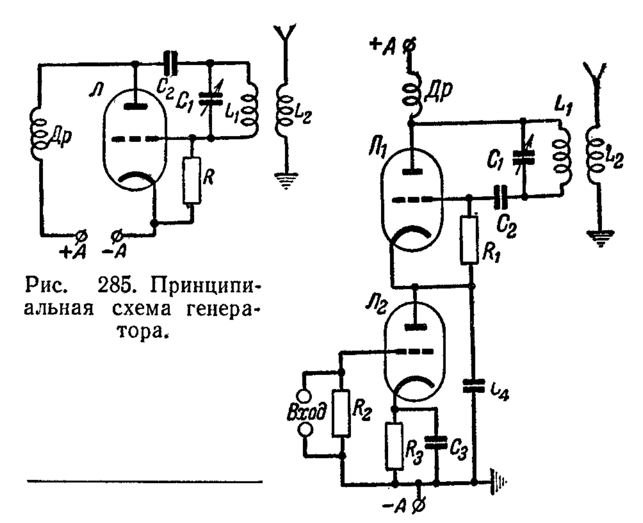


Рис. 285. Принципиальная схема генератора.

Рис. 286. Принципиальная схема простого радиотелефонного передатчика.

ГЕНЕРАТОР

Схема простейшего генератора показана на рис. 285. К зажимам —*А* и +*А* подключается источник постоянного тока высокого напряжения — батарея или выпрямитель. Напряжение на анод генераторной лампы подается через дроссель высокой частоты *Др*. Он беспрепятственно пропускает постоянную составляющую и оказывает большое сопротивление высокочастотной составляющей анодной цепи лампы. Между анодом и управляющей сеткой через конденсатор C_2 включен колебательный контур L_1C_1. Конденсатор C_2 не пропускает постоянную составляющую из анодной цепи в цепь управляющей сетки, т. е. предохраняет ее от высокого положительного потенциала. Сопротивление R — сопротивление утечки сетки.

При включении питания через сопротивление R заряжаются конденсаторы C_2 и C_1. Когда последний начинает разряжаться через катушку L_1, в контуре L_1C_1 возникают колебания высокой частоты.

Поскольку сетка лампы соединена с контуром, на ней получается переменное напряжение высокой частоты. Это напряжение управляет анодным током лампы. Он пульсирует с частотой колебаний в контуре. Переменная слагающая анодного тока через конденсатор C_2 поступает в контур и поддерживает в нем незатухающие колебания. Хотя описанная схема генератора и отличается от схем регенеративного приемника и гетеродина супергетеродинного приемника, все эти три схемы по сути дела работают одинаково.

Контурная катушка генератора индуктивно связана с катушкой L_2, включенной в антенну передатчика. В ней идуктируются незатухающие колебания той же частоты, что и частота генератора, которые и создают радиоволны.

МОДУЛЯЦИЯ

Теперь расскажем, как можно осуществить модуляцию незатухающих колебаний.

Наибольшее применение в радиолюбительских УКВ передатчиках имеет так называемая а н о д н а я модуляция. Схема осуществления анодной модуляции, которая использована в описываемой ниже УКВ радиостанции, показана на рис. 286. Здесь лампа $Л_2$ работает как усилитель низкой частоты. Сопротивление R_3, зашунтированное конденсатором C_3, служит для автоматического смещения на ее сетку лампы $Л_2$. Получаемое на этом сопротивлении напряжение подается на управляющую сетку лампы $Л_2$ через сопротивление R_2. В гнезда *Вход* включают микрофон или звукосниматель. Создаваемые ими колебания звуковой частоты усиливаются лампой $Л_2$. Эта лампа называется модуляторной. Напряжение на ее анод подается через генераторную лампу $Л_1$, т. е. лампы $Л_1$ и $Л_2$ включены последовательно. Когда на сетку лампы $Л_2$ поступает переменное напряжение от микрофона или звукоснимателя, ее анодный ток пульсирует. Но так как лампа $Л_2$ соединена последовательно с генераторной лампой $Л_1$, пульсирует и ее анодный ток. Во время тех полупериодов, когда анодный ток усиливается, получаются большие амплитуды генерируе-

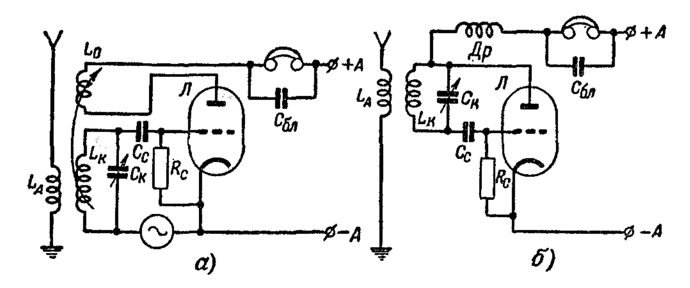


Рис. 287. Схемы сверхрегенераторов.

а — с отдельным генератором сверхзвуковой частоты; *б*—с прерывистой генерацией.

мых высокочастотных колебаний. Во время других полупериодов, когда анодный ток уменьшается, амплитуды высокочастотных колебаний уменьшаются. А это, как ты знаешь, и есть модуляция.

Конденсатор C_4 служит для пропускания высокочастотной составляющей анодного тока лампы $Л_1$, минуя лампу $Л_2$. Сопротивление R_1 утечки сетки лампы $Л_1$ соединено с катодом этой лампы, а не с землей. Если бы оно было соединено с землей, на сетку подавалось бы смещение, равное анодному напряжению модуляторной лампы, и лампа *Л* не могла бы работать как генератор.

СВЕРХРЕГЕНЕРАТОР

Простой одноламповый или двухламповый приемник прямого усиления с диодным или сеточным детектированием непригоден для приема на УКВ, так как дает недостаточное усиление. Супергетеродин подходит для этого, только более сложный, чем тот, о котором ты узнал из предыдущей беседы. Но есть и очень простые приемники прямого усиления, обладающие очень высокой чувствительностью. Это с в е р х р е г е н е р а т о р ы. Вот схема сверхрегенератора (рис. 287,*а*).

«Так это же одноламповый приемник с индуктивной обратной связью», — скажешь ты. Да, эта схема в самом деле очень похожа на одноламповый приемник с обратной связью. Но в ней между контуром $L_кC_к$ и катодом лампы есть деталь, обозначенная кружком с волнистой линией, коренным образом изменяющая условия работы лампы.

Связь между катушкой обратной связи L_0 и контурной катушкой $L_к$ в сверхрегенераторе подбирают такой, чтобы схема была бы на пороге генерации. Достаточно чуть изменить напряжение на управляющей сетке и этим увеличить обратную связь, как приемник самовозбудится. На сетку лампы вместе с модулированными колебаниями высокой частоты подают еще колебания от вспомогательного генератора переменного тока. Его мы условно и изобразили кружком с волнистой линией. Когда на сетке лампы положительный полупериод напряжения вспомогательного генератора, величина обратной связи увеличивается — лампа генерирует; когда же на сетке отрицательный полупериод напряжения вспомогательного гетеродина, лампа не генерирует. Таким образом, собственные колебания в контуре имеют прерывистый характер — они возникают «вспышками». Частота «вспышек» равна частоте колебаний вспомогательного гетеродина. В остальном сверхрегенератор работает как обычный регенератор: лампа детектирует поступающие на сетку высокочастотные колебания, а выделенные из них колебания низкой частоты телефон преобразует в звук. Низкочастотные колебания, полученные от детектора, можно усилить. Тогда на выход приемника можно включить громкоговоритель.

Благодаря прерывистой генерации сверхрегенератор обладает исключительно высокой чувствительностью, с которой не могут соперничать даже многие супергетеродины, не говоря уже о приемниках прямого усиления.

Характерной особенностью в работе сверхрегенератора — шум в телефоне, напоминающий шипение примуса. Но он слышен только тогда, когда нет приема. Когда же в контуре имеются модулированные колебания принятого сигнала, этот шум пропадает.

Колебательный контур можно включить между анодом и сеткой, подав напряжение на анод лампы через дроссель высокой частоты *Др*, как это сделано в схеме рис. 287,*б*.

Для работы сверхрегенератора дополнительный генератор необязателен, если сопротивление утечки сетки R_c увеличить до нескольких мегом. При таком большом сопротивлении электроны, оседающие на управляющей сетке, не смогут быстро стекать с нее. Сетка и соединенная с ней обкладка конденсатора C_c приобретают отрицательный заряд, анодный ток уменьшается и происходит срыв генерации. Когда же конденсатор разрядится через сопротивление утечки сетки, лампа начнет генерировать колебания, что соответствует «вспышке» сверхрегенератора. Генерация продолжается до тех пор, пока на сетке снова не накопится много электронов. Частота «вспышек» зависит от емкости C_c и сопротивления R_c (рис. 287,*б*). Обычно она более 20—25 *кгц*. При этом она неслышна в телефоне.

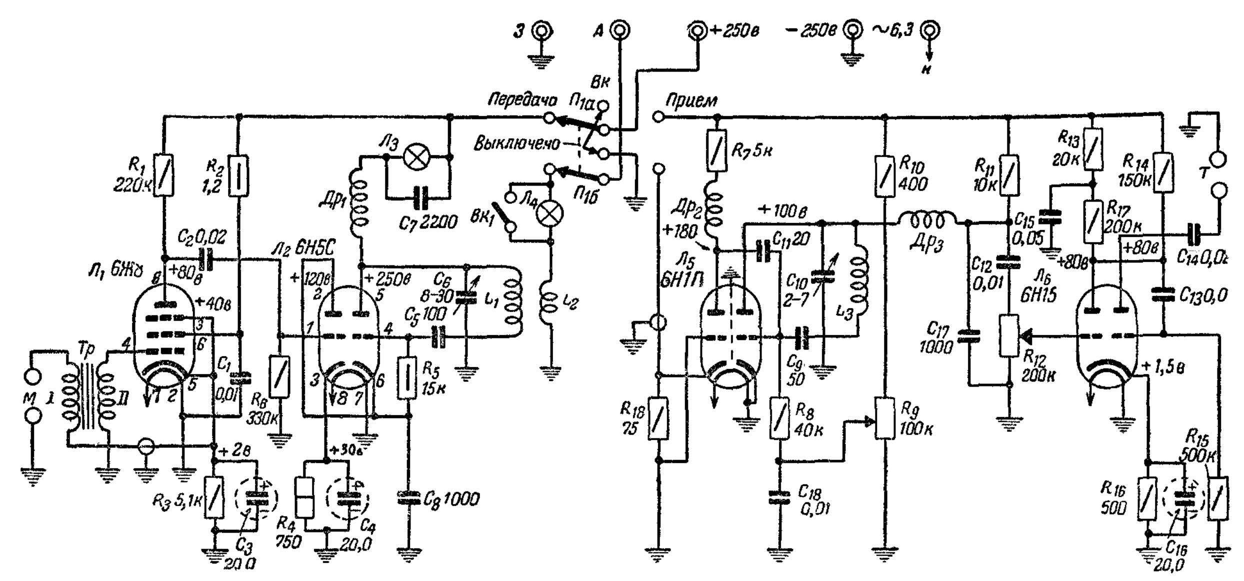


Рис. 288. Принципиальная схема приемно-передающей УКВ радиостанции.

Более устойчивую прерывистую генерацию можно получить, подав на управляющую сетку детекторной лампы через ее сопротивление утечки небольшое положительное напряжение. Так сделано в сверхрегенераторном каскаде приемника описываемой ниже УКВ радиостанции.

Схемы генератора передатчика и сверхрегенератора приемника очень похожи друг на друга. В связи с этим у тебя мог возникнуть вопрос: нельзя ли одну и ту же лампу использовать и для передатчика и для приемника? Можно. Именно так иногда и делают в простых походных радиостанциях.

СТАНЦИЯ НАЧИНАЮЩЕГО УКАВИСТА

Расскажем об устройстве сравнительно простой любительской УКВ приемно-передающей радиостанции, разработанной мастером радиоспорта В. Ломановичем специально для начинающих укавистов[1].

Радиостанция предназначена для ведения двусторонних связей на волнах длиной от 7,9 до 7,5 *м* (на частотах от 38 до 40 *Мгц*). Питание радиостанции осуществляется от сети переменного тока через выпрямитель.

Принципиальная схема радиостанции приведена на рис. 288. Она состоит из передатчика (левая часть схемы) и приемника (правая часть схемы). Переход с передачи на прием осуществляется при помощи переключателя *П*. Когда он находится в положении *Передача*, к передатчику подключается антенна и одновременно на лампы передатчика подается высокое напряжение питания его анодно-экранных цепей. Приемник в это время выключен. В положении *Прием* антенное устройство и напряжение выпрямителя переключаются на приемник. Передатчик в это время не работает. В среднем положении переключателя *П* антенна заземляется, а выпрямитель отключается как от передатчика, так и от приемника.

Передатчик собран на двух лампах: пентоде 6Ж8 ($Л_1$) и двойном триоде 6Н5С ($Л_2$). Правый (по схеме) триод лампы 6Н5С работает в генераторе высокой частоты, а левый триод является модуляторным. Оба триода лампы включены последовательно. Работает эта часть схемы так же, как схема рис. 286. В анодную цепь правого триода лампы $Л_2$ включена лампочка $Л_3$ (2,5 *в* на ток 0,15 *а*). По ее свечению определяется, работает ли генератор. Конденсатор C_7 пропускает высокочастотную составляющую анодного тока генератора, минуя лампочку $Л_3$. Частота генератора изменяется конденсатором переменной емкости C_6. Катушка L_2 — катушка связи антенны с контурной катушкой L_1 генератора. В цепь антенны включена лампочка $Л_4$ (2,5 *в* на ток 0,075 *а*) для подбора наивыгоднейшей связи антенны с генератором по величине тока в антенне. При работе передатчика эту лампочку выключателем $Вк_1$ замыкают накоротко.

[1] Конструкция описана в журнале «Радио» № 3 за 1958 г. Комплект деталей для этой радиостанции высылает Центросоюз по заявкам сельмагов.

Лампа $Л_1$ усиливает напряжение, поступающее от микрофона, и подает его на управляющую сетку модуляторной лампы. Напряжение на анод этой лампы подается через сопротивление R_1, на экранную сетку — через сопротивление R_2. С сопротивления R_3 подается автоматическое смещение на управляющую сетку лампы $Л_1$ (через вторичную обмотку *II* микрофонного трансформатора *Тр*). Этот каскад усилителя рассчитан на работу от угольного микрофона диспетчерского типа или микрофонного капсула от телефонного аппарата, который включается в гнезда *М*. Напряжение, необходимое для питания угольного микрофона, снимается с сопротивления R_3. Для этой цели нижний конец первичной обмотки *I* трансформатора соединен с катодом лампы. В гнезда *М* можно включать электромагнитный звукосниматель. В этом случае нижний конец первичной обмотки трансформатора *Тр* должен переключаться на землю.

Рассмотрим, как работает передатчик. При разговоре перед микрофоном в первичной обмотке трансформатора *Тр* возникает ток звуковой частоты, который индуктирует в его вторичной обмотке переменное напряжение той же частоты. Это напряжение усиливается лампой $Л_1$ и подается через конденсатор C_2 на сетку левого триода лампы $Л_2$. Изменения напряжения на сетке этого триода вызывают изменения анодных токов обоих триодов лампы $Л_2$. В результате в колебательном контуре и в антенне передатчика получаются модулированные колебания. Антенна излучает электромагнитные волны.

Сверхрегенеративный приемник радиостанции собран по схеме 1-V-2 на двух лампах: 6Н1П ($Л_5$) и 6Н15 ($Л_6$). В каскаде высокой частоты работает левый триод лампы $Л_5$, в сверхрегенеративном каскаде — правый триод этой лампы, в каскаде предварительного усиления низкой частоты — левый триод лампы $Л_6$ и в выходном каскаде — правый триод лампы $Л_6$.

Каскад высокой частоты с ненастраиваемым входом. Он собран по так называемой схеме с заземленной сеткой: антенна соединена не с управляющей сеткой, а с катодом лампы. Управляющая же сетка заземлена.

Усиленные высокочастотным каскадом модулированные колебания подаются с дросселя $Др_2$ через разделительный конденсатор C_{11} на управляющую сетку лампы сверхрегенеративного каскада (правый триод лампы $Л_5$). Наибольшего усиления этого каскада добиваются подбором величины положительного напряжения, подаваемого на управляющую сетку лампы через сопротивление R_8. Это напряжение регулируется переменным сопротивлением R_9. Настройка контура на частоту принимаемого сигнала производится конденсатором переменной емкости C_{10}.

Сопротивление R_{11} — анодная нагрузка лампы детекторного каскада. С него колебания низкой частоты подаются через конденсатор C_{12} на переменное сопротивление R_{12}, выполняющее роль регулятора громкости, а с его ползунка — на управляющую сетку левого триода лампы $Л_6$. Усиленные этим триодом колебания низкой частоты через конденсатор C_{13} поступают на управляющую сетку правого триода лампы $Л_6$, усиливаются этим триодом и преобразуются телефонами в звук.

В приемниках, которые тебе приходилось ранее строить, телефоны включались в анодную цепь лампы выходного каскада. В этом приемнике телефоны включены в анодную цепь через конденсатор C_{14}. При этом через трубки не идет постоянная слагающая анодного тока.

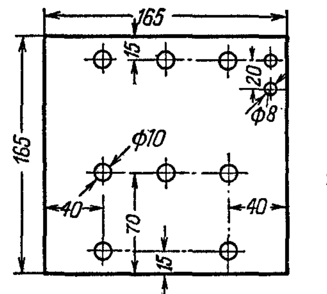
С сопротивления R_{16}, зашунтированного электролитическим конденсатором C_{16}, подается смещение на сетки обоих триодов лампы $Л_6$. На сетку левого триода напряжение смещения поступает через сопротивление R_{12}, а на сетку правого триода — через сопротивление R_{15}. Сопротивление R_{13} и конденсатор C_{15} образуют ячейку развязывающего фильтра предоконечного каскада низкой частоты.

Выпрямитель, питающий приемник и передатчик, на принципиальной схеме радиостанции не показан, так как схема его тебе хорошо знакома. Он должен давать выпрямленное напряжение 250 *в* при токе 70 *ма*. Подойдет, например, тот двухполупериодный кенотронный выпрямитель, сделать который мы тебе рекомендовали в двадцать третьей беседе, или любой другой ему подобный.

Конструкция и детали радиостанции. Радиостанция смонтирована на шасси с передней вертикальной панелью (рис. 289). Размеры шасси: 165×140×40 *мм*; размеры вертикальной панели 165×165 *мм*. На вертикальной панели расположены конденсаторы настройки C_6 и C_{10}, переключатель *Передача — Прием*, переменные сопротивления R_9 и R_{12}, гнезда для включения антенны и заземления, контрольные лампочки $Л_3$ и $Л_4$ и выключатель $Вк_1$. Около ручек конденсаторов C_6 и C_{10} имеются деления, по которым производится настройка передатчика и приемника. Сверху на горизонтальной панели шасси находятся все лампы, микрофонный трансформатор, катушки L_1, L_2 и L_3, дроссели высокой частоты

Др$_1$ и *Др*$_3$ и некоторые конденсаторы. Гнезда для включения микрофона и телефонных трубок находятся на задней стенке шасси; через нее же пропущены три проводника, идущие к выпрямителю. Остальные детали смонтированы в подвале шасси. В радиостанции применены монтажные стоечки, к контактным лепесткам которых припаяны мелкие детали, соединительные проводники.

Шасси сделано из фанеры и дощечек. Разумеется, его можно изготовить из листового алюминия или стали толщиной 1—1,5 *мм*. Разметка отверстий на его горизонтальной и вертикальной панелях показана на рис. 290. Сверху шасси оклеено фольгой, которая соединена с зажимом заземления. Электролитические конденсаторы своими донышками приклеены к шасси клеем БФ-2. Корпуса конденсаторов обхвачены кусочками голой медной проволоки, через которые они заземляются. Для ламп *Л*$_2$ и *Л*$_5$ нужны керамические панельки, чтобы снизить потери энергии высокой частоты. Желательно, чтобы плата переключателя рода работы также была керамической.



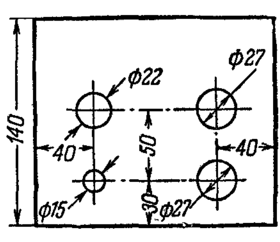


Рис. 290. Разметка отверстий на вертикальной (слева) и горизонтальной (справа) панелях шасси.

Контурные катушки передатчика и приемника и дроссели высокой частоты — самодельные (рис. 291). Катушки L_1 и L_2 намотай проводом ПЭЛ 2,0, а еще лучше посеребренным медным проводом такого же диаметра на круглой болванке диаметром 22—23 *мм*. После снятия с болванки их внешний диаметр будет около 25 *мм*. Катушка L_1 должна иметь 8 витков, L_2 — 3 витка. Использовать для этих катушек более тонкий провод не рекомендуется, так как они будут недостаточно жесткими, а это скажется на стабильности частоты передатчика. Катушка L_3 намотана на шестигранном керамическом каркасе от коротковолновой катушки радиоприемника «Звезда» и содержит 13 витков провода ПЭЛ 0,8. Внутрь каркаса ввертывается высокочастотный магнитный сердечник диаметром 9 *мм*.

Каркасами дросселей высокой частоты *Др*$_1$, *Др*$_2$ и *Др*$_3$ служат керамические трубочки сопротивлений ВС-1. Токопроводящий слой сопротивлений счисти напильником или наждачной бумагой, намотай на трубочки по одному слою провода ПЭЛ 0,15—0,2, а концы обмоток припаяй к выводным ленточкам сопротивлений.

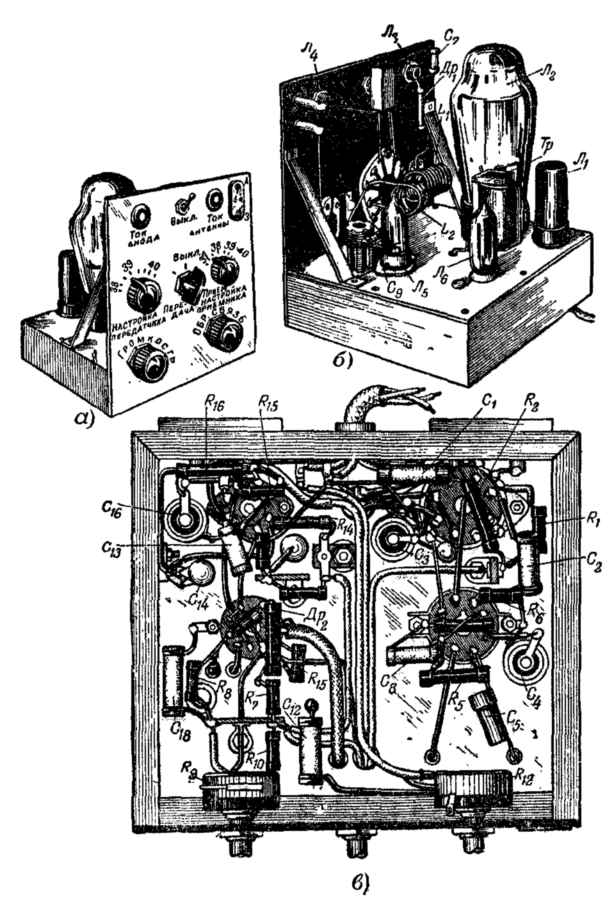


Рис. 289. Конструкция УКВ радиостанции.
а — вид спереди; *б* — вид сзади; *в* — монтаж в подвале шасси.

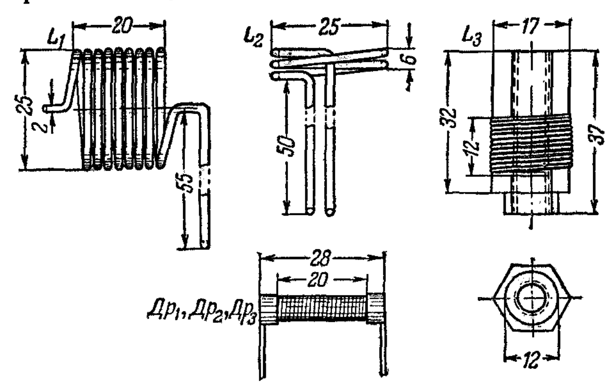


Рис. 291. Катушки и дроссели высокой частоты УКВ радиостанции

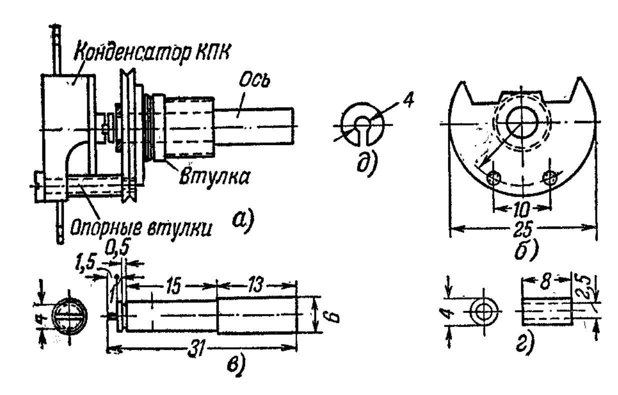


Рис. 292. Конструкция конденсатора настройки.

а — общий вид конденсатора с креплением; *б* — разметка отверстий на освобожденном от пластмассы основании переменного сопротивления; *в* — переделанная ось переменного сопротивления; *г* — опорная втулка; *д* — разрезная шайба.

Конденсаторы настройки колебательных контуров передатчика и приемника (C_6 и C_{10}) — керамические подстроечные конденсаторы типа КПК-1. Для удобства пользования ими при настройке конденсаторы снабжены осями от пришедших в негодность переменных сопротивлений типа СП (рис. 292,*а*). Разбери такое сопротивление. Кожух, дужку и другие его части, кроме металлического основания со втулкой и осью, удали. Счисти с основания сопротивления пластмассу и просверли в нем два отверстия (рис. 292,*б*) с таким расчетом, чтобы они приходились против крепежных отверстий конденсатора, а центры оси сопротивления и регулировочного винта конденсатора совпадали. Конец оси, который обращен к конденсатору, укороти, а потом запили его по шлицевой прорези на головке подвижного диска конденсатора (рис. 292,*в*). Выступающий зубец должен плотно входить в прорез головки диска конденсатора. Затем по окружности оси пропили канавку глубиной 0,5 *мм*, в которую бы можно было вставить разрезную шайбу (рис. 292,*д*) или намотать проволоку, чтобы закрепить ось во втулке.

Конденсатор крепится на латунном основании двумя винтами. Между корпусом конденсатора и основанием на винты надеваются металлические втулки (рис. 292,*г*) — кусочки трубки длиной по 8—9 *мм* (их можно свернуть из полоски жести). При вращении оси диск конденсатора должен плавно и без заеданий вращаться. На шасси такая конструкция конденсатора крепится так же, как и переменное сопротивление.

Если у тебя не окажется испорченных переменных сопротивлений СП, припаяй или приклей клеем БФ-2 к головкам конденсаторов жестяные втулочки длиной по 8—10 *мм*. Укрепи конденсаторы на стоечках с таким расчетом, чтобы втулочки оказались точно против отверстий в горизонтальной панели шасси. Оси—круглые палочки — пропусти через отверстия в панели, а их концы вставь во втулочки на головках конденсаторов. На выступающие спереди концы осей насади ручки.

Микрофонный трансформатор *Тр* намотан на сердечнике сечением 0,5 *см*². Первичная обмотка его содержит 300 витков провода ПЭЛ 0,3—0,45, а вторичная — 6 000 витков провода ПЭЛ 0,1—0,15. В качестве микрофонного трансформатора можно использовать также любой малогабаритный выходной трансформатор. Его вторичная обмотка будет первичной, а первичная — вторичной обмотками микрофонного трансформатора.

Монтируя радиостанцию, старайся, чтобы все ее детали были укреплены жестко, а монтажные проводники короткими и располагались не слишком близко к шасси. Особенно это касается катушек и цепей высокочастотных каскадов передатчика и приемника. Помни, что тебе приходится иметь дело с очень высокими частотами. Здесь даже незначительная емкость монтажа сильно сказывается на частоте контуров.

Расстояние катушек от шасси должно быть равно не менее чем одному диаметру катушки.

Все соединения делай прочно, надежно. Иначе твои передачи будут идти с тресками, посторонними шорохами, с искажениями.

Антенна радиостанции. «Дальнобойность» радиостанции во многом зависит от конструкции и качества выполнения антенны. Начинающие укависты используют чаще всего вертикальные штыревые полуволновые антенны. Они относятся к ненаправленным антеннам, т. е. излучаемая ими энергия радиоволн распространяется равномерно во все стороны.

Простейшая штыревая антенна представляет собой алюминиевую или медную трубку диаметром 3—12 *мм*, к которой присоединяется более тонкий провод, идущий к радиостанции (рис. 293,*а*). Длина трубки-штыря должна быть равна примерно полуволне, т. е. около 3,5 *м*, а более точно — 0,485 λ [греческой буквой λ (ламбда) обозначают длину волны]. Вместо трубки можно взять такой же длины кусок толстого провода или медного антенного (многожильного) канатика (рис. 293,*б*). Эта часть антенны крепится вертикально и должна быть изолирована от опорной стойки или мачты. Трубку, если она достаточно толстая и не прогибается от собственного веса,

можно укрепить на больших изоляторах. Провод можно подвесить на двух цепочках антенных изоляторов.

Передатчик с антенной лучше всего соединить **коаксиальным** (концентрическим) кабелем. Такой кабель применяют для телевизионных антенн. Он состоит из металлической оболочки (обычно плетеной), внутри которой находится центральная медная жила, изолированная от оболочки специальной пластмассой. Сверху имеется защитная пластмассовая оболочка. Центральная жила соединяется с нижним концом штыря, а оболочка с заземлением. С таким кабелем антенна работает лучше, так как он не излучает радиоволн.

Вместо коаксиального кабеля можно применить электроосветительный витой шнур. Один провод шнура используется для соединения штыря с радиостанцией. Нижний конец второго провода заземляется, а верхний конец остается свободным. Его надо изолировать, чтобы он случайно не соединился со штырем. Используя для соединительной линии шнур, пометь концы его, чтобы не перепутать их при подключении к радиостанции.

На рис. 293,*в* показана еще одна конструкция штыревой антенны. Она, как и первая, имеет общую длину, равную полуволне, но состоит из двух изолированных друг от друга частей: штыря (или трубки) диаметром 8—12 *мм* и алюминиевой трубы диаметром 25—40 *мм*. Длина штыря и трубы — по $^1/_4\lambda$, т. е. примерно по 190 *см*. Для соединительной линии используется коаксиальный кабель или электроосветительный шнур. Штырь удерживается в изоляционной, выпиленной из толстого органического стекла пробке, забитой в трубу. Такая же пробка имеется в нижней части трубы. Центральная жила кабеля соединяется с нижним концом штыря, а оболочка — с верхним концом трубы (рис. 293,*г*). Эту антенну собирай в такой последовательности. Сначала насади на штырь и на кабель пробки. Пропусти кабель в трубу. При помощи болтика надежно соедини с трубой металлическую оболочку кабеля, а центральную жилу припаяй к хомутику, обжимающему нижний, выступающий из пробки конец штыря (если штырь медный, то центральная жила припаивается к нему). После этого вгони в трубу верхнюю пробку, а потом нижнюю. Если штырь слабо держится в отверстии пробки, загони в щель стальные спицы. Чтобы вода не проникала в трубу, пояски штыря и пробки залей клеем БФ-2. Верхнее отверстие штыря заткни резиновой пробкой. Крепить антенну к ее опоре можно при помощи

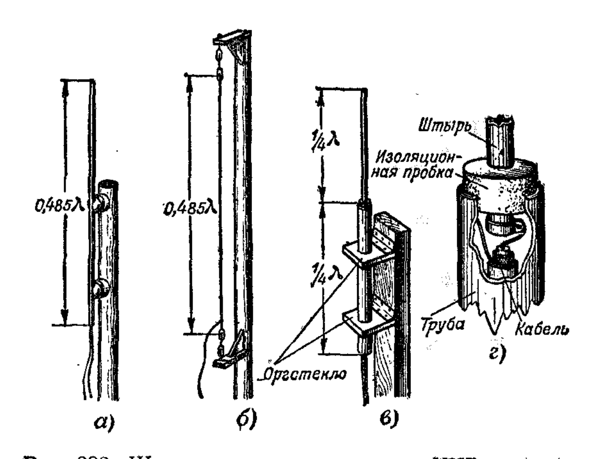


Рис. 293. Штыревые ненаправленные УКВ антенны.
а — из трубки; *б* — из проволоки; *в* — штыревая с трубкой; *г* — соединение кабеля со штырем и трубкой.

стоечек из толстого органического стекла или больших изоляторов.

Кроме штыревых ненаправленных УКВ антенн применяют и антенны направленного действия, с которыми мы познакомим тебя в тридцать третьей беседе. Внешним видом они напоминают телевизионные антенны. «Дальнобойность» радиостанций с такими антеннами больше, чем у штыревых, но они излучают и принимают радиоволны в основном только с той стороны, в какую они направлены. Такие антенны часто делают вращающимися. Надо связаться с корреспондентом, находящимся, скажем, в юго-западном направлении от радиостанции, антенну поворачивают так, чтобы она была направлена в эту сторону. Со временем, возможно, и ты сделаешь для своей радиостанции направленную антенну.

Налаживание радиостанции. Прежде всего тщательно проверь все соединения, жесткость крепления деталей, сверь монтаж с принципиальной схемой. Подключи к радиостанции выпрямитель. Примерные напряжения, которые должны быть на электродах ламп по отношению к общему минусу, указаны на принципиальной схеме радиостанции (рис. 288). После этого переходи к раздельному налаживанию передатчика и приемника.

Приступая к испытанию передатчика, проверь прежде всего, создает ли генератор колебания высокой частоты. Для этого после прогрева ламп поднеси к катушке L_1 виток провода, замкнутый на лампочку от карманного фонаря (рис. 294). Чем ближе к катушке поднесешь виток, тем ярче будет гореть лампочка. О работе передатчика можно судить также по свечению лампочки $Л_3$, включенной в анодную цепь лампы $Л_2$. Позднее,

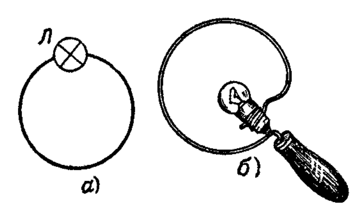


Рис. 294. Виток с лампочкой для проверки работы передатчика.
а — схема; *б* — конструкция.

когда подключишь антенну, свечение лампочки $Л_3$ несколько увеличится. Если она не накаливается, значит в анодной цепи лампы $Л_2$ есть обрыв (в дросселе $Др_1$, в цепи катода левого триода) или пробит конденсатор C_7. Чтобы проверить левый триод, катод правого триода лампы $Л_2$ можно временно соединить с заземленным проводником, замкнув накоротко конденсатор C_8.

Качество работы усилителя низкой частоты передатчика можно проверить на телефонные трубки, включенные между анодом левого триода лампы $Л_2$ и зажимом +250 *в*. Звук должен быть громким и без искажений.

Путем незначительного сближения или раздвижения витков катушки $Л_1$ надо добиться, чтобы при изменении емкости конденсатора C_6 от минимума до максимума частота колебаний генератора изменялась от 38 до 40 *Мгц*. При этом передатчик будет работать на волнах любительского диапазона 7,9—7,5 *м*. Проверку лучше всего вести с помощью резонансного волномера (имеется в радиоклубе ДОСААФ, куда ты можешь обратиться за помощью) или путем прослушивания работы передатчика на градуированном УКВ приемнике.

Среднюю частоту передатчика с точностью, достаточной для того, чтобы начать работу в эфире, можно установить при помощи резонансного индикатора (рис. 295). Возьми кусок коаксиального кабеля длиной в четверть волны (примерно 190—195 *см*). У одного конца кабеля центральную жилу соедини с металлической оплеткой витком медного провода, а с другой через лампочку от карманного фонарика, а еще лучше — через лампочку, рассчитанную на напряжение 1 *в* и ток 0,075 *а*. Чем маломощнее лампочка, тем чувствительнее индикатор. Этот прибор представляет собой контур, собственная частота которого определяется в основном длиной отрезка коаксиального кабеля. Чем он длиннее, тем меньше его собственная частота. Когда в нем возбуждаются колебания точно такой же частоты, то его лампочка горит наиболее ярко.

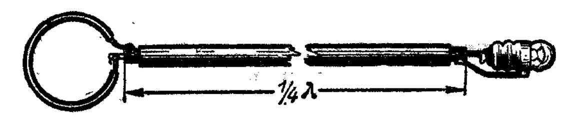


Рис. 295. Резонансный индикатор.

Поднеси виток индикатора к катушке генератора L_1 и изменяй емкость конденсатора C_6. При каком-то положении диска этого конденсатора лампочка прибора должна загореться. Сжимая или растягивая витки катушки, добейся, чтобы нить лампочки накаливалась наиболее ярко при средней емкости конденсатора C_6. Это будет соответствовать примерно средней частоте любительского диапазона (39 *Мгц*).

Теперь подключи к передатчику антенну и произнеси перед микрофоном протяжный звук «а-а-а». Нити накала индикаторных лампочек $Л_3$ и $Л_4$ при этом должны светиться ярче, что укажет на нормальную работу модулятора.

Остается установить наилучшую связь между контуром генератора и антенной. Достигается это подбором расстояния между катушками L_1 и L_2. Изменяя положение катушки L_2 по отношению к катушке L_1, добейся наиболее яркого свечения лампочки $Л_4$, что и будет соответствовать наилучшей отдаче энергии генератором в антенну.

Налаживание передатчика на этом не заканчивается. Когда начнешь работать в эфире, твои корреспонденты скажут, хороша ли модуляция в твоем передатчике, прослушивается ли фон переменного тока, не уходит ли частота твоего передатчика за пределы диапазона. Если передача искажена, тебе придется подобрать величину сопротивления R_3, с которого снимается напряжение для питания угольного микрофона. Если будет прослушиваться фон переменного тока, надо будет увеличить емкости конденсаторов сглаживающего фильтра выпрямителя. Уход частоты передатчика за пределы любительского диапазона укажет на необходимость небольшого изменения расстояния между витками катушки L_1.

Налаживание приемника начинай с проверки его усилителя низкой частоты. Установи переключатель рода работы в положение *Прием*, а к переменному сопротивлению R_{12} подключи звукосниматель. В телефонных трубках ты должен услышать достаточно громкий и чистый звук. Проверив эту часть приемника, переходи к налаживанию сверхрегенеративного каскада. При вращении ручки переменного сопротивления R_9 в телефонах должен плавно появляться и пропадать шум, напоминающий шипение примуса.

Если этого не наблюдается, изменяй величину сопротивления R_8 в пределах от 30 до 50 *ком.*

Каскад усиления высокой частоты приемника налаживания не требует, поэтому можно сразу же приступить к настройке контура сверхрегенеративного каскада на частоту любительского диапазона. Он, как и контур передатчика, должен перекрывать частоты 38—40 *Мгц*. Хорошо бы эти границы установить при помощи сигнал-генератора.

Впрочем, можно установить диапазон волн, перекрываемый приемником по работающим любительским УКВ передатчикам. Изменяя положение сердечника в катушке L_3, добейся, чтобы твой приемник принимал эти станции. В дальнейшем, когда будешь устанавливать двусторонние связи с укавистами, ты узнаешь, на каких частотах работают их передатчики, и уточнишь настройку контура своего передатчика.

РАБОТА В ЭФИРЕ

Есть такая народная пословица: «Не зная броду, не суйся в воду». Применительно к работе на УКВ она означает: не начинай работать на передатчике, пока не узнаешь, как работают другие радиолюбители-укависты. Посиди за приемником вечера три-четыре, послушай любительский диапазон, и тебе станет ясно, как вести себя в эфире. Вот тогда-то и включай свой передатчик.

Включи передатчик, четко и разборчиво трижды объяви свой позывной, например: «Всем, всем. Работает радиостанция УАЗКБЕ (это позывной радиостанции 59-й Московской школы). УА три ка бэ е Москва. Кто меня слышит — отвечайте. Перехожу на прием».

Если вызываешь какого-то определенного корреспондента, то называй его позывной. После этого переходи на прием. Если корреспондент тебя не услышал, вызови его еще раз и опять переходи на прием. Установив таким образом двустороннюю связь, ты можешь спросить у корреспондента о схеме, частоте и мощности его передатчика, о том, как он тебя слышит. Учитывая его ответы, ты можешь подстроить передатчик своей радиостанции, изменить связь антенны с генератором. Экспериментируя, ты будешь изучать свою станцию, налаживать ее.

В свою очередь ты будешь сообщать своему корреспонденту о качестве работы передатчика его радиостанции, помогая ему совершенствовать свою аппаратуру. Качество работы радиостанции оценивается по шкалам разбираемости РСМ, которые мы здесь приводим.

Шкала разбираемости — Р

Р1 — сигналы разобрать невозможно.
Р2 — сигналы разбираются частично и с трудом.
Р3 — разбираемость средняя.
Р4 — разбираемость хорошая.
Р5 — сигналы разбираются отлично.

Шкала слышимости (громкости) — С

С0 — сигналы совершенно не слышны.
С1 — еле слышно, ничего разобрать нельзя.
С2 — очень слабая громкость, разбираются отдельные слова.
С3 — слышно слабо, разобрать все можно, но с большим трудом.
С4 — слышимость, достаточная для приема с некоторым напряжением.
С5 — средняя громкость, достаточная для приема при отсутствии помех.
С6 — средняя громкость, принимать легко.
С7 — громкая хорошая слышимость.
С8 — весьма громкая слышимость (даже на расстоянии от телефона).
С9 — очень громкий прием.

Шкала качества модуляции — М

М1 — очень плохая модуляция, ничего разобрать нельзя.
М2 — плохая модуляция, но отдельные слова разбираются.
М3 — разбираются все слова, но искажения весьма заметны.
М4 — хорошая модуляция.
М5 — прекрасная передача без искажений.

Установив двустороннюю связь с новым или незнакомым тебе укавистом, ты обязан для подтверждения состоявшейся встречи в эфире послать ему свою карточку-квитанцию, а он тебе свою. Обмен карточками-квитанциями производится по почте через местный радиоклуб.

Ты обязан вести аппаратный журнал. Его будут проверять представители Государственной инспекции радиосвязи. Форма журнала приведена на стр. 220 вверху.

В первой графе записывай число и месяц, когда ты работал на радиостанции, во второй — часы и минуты начала и конца двусторонней связи, в третьей — позывной радиостанции, с которой была связь. В четвертую графу заноси краткое содержание разговора, в пятую — оценку работы радиостанции корреспондента по шкалам разбираемости, слышимости и модуляции. В графе «Примечание» отмечай характерные особенности приема, например наличие помех, замираний, записывай изменения в своей радиостанции, а

Число	Московское время (МСК)	Позывной вызванной станции	Содержание переданного текста	PCM	Примечание

также делай отметки о посылке карточек-квитанций. Записи в этой графе помогут тебе изучить свойства распространения УКВ в различное время года и суток, проследить за теми изменениями, которые ты делал в своей радиостанции, улучшая ее работу, и сделать соответствующие выводы на будущее.

КАК ОФОРМИТЬ РАЗРЕШЕНИЕ НА УКВ ПЕРЕДАТЧИК

Все индивидуальные радиолюбительские УКВ станции делятся на три категории. Первая — самая высокая категория. Независимо от категории мощность УКВ станции не должна быть более 10 *вт*. Радиостанция, которую мы описывали в этой беседе, имеет меньшую мощность. Соответствующая категория присваивается радиостанции на основании решения специальной квалификационной комиссии при местном комитете ДОСААФ в зависимости от опыта и знаний радиолюбителя, на которого оформляется разрешение.

Разрешение на постройку радиостанции выдает Государственная инспекция электросвязи областного или краевого управления республиканского Министерства связи. Право на получение разрешения имеют все граждане Советского Союза, достигшие 16-летнего возраста.

Для получения разрешения на УКВ радиостанцию необходимо представить в Государственную инспекцию радиосвязи заявление-анкету по специальной форме, автобиографию, характеристику из школы и ходатайство местного комитета ДОСААФ.

Постройка радиостанции должна быть произведена в течение 6 месяцев после получения разрешения. После того как радиостанция построена, владелец ее заявляет об этом в местную Государственную инспекцию электросвязи, которая и вручает разрешение на эксплуатацию радиостанции и присваивает ей позывной.

Полученное разрешение действительно в течение одного года. Продление срока его действия производится Государственной инспекцией электросвязи. Обо всех изменениях в схеме радиостанции, о перемене места ее расположения, о прекращении работы на срок более трех месяцев владелец ее обязан сообщить в Инспекцию электросвязи.

Кроме индивидуальных, существуют еще УКВ радиостанции коллективного пользования. Такие станции есть почти в каждом радиоклубе ДОСААФ, а также могут быть в школе, в доме или во дворце пионеров, на станции юных техников, в сельском клубе. Начальником коллективной радиостанции может быть старшеклассник не моложе 16 лет, учитель физики, руководитель радиокружка. Порядок получения разрешения на постройку и эксплуатацию коллективной УКВ радиостанции тот же, что и для индивидуальной радиостанции. Начальник радиостанции, на чье имя выдается разрешение, может иметь не более трех заместителей. На передатчике коллективной УКВ радиостанции могут работать школьники 14-летнего возраста, зарегистрированные в ЦК ДОСААФ, а в качестве любителей-наблюдателей — достигшие 12-летнего возраста.

Если тебе еще не исполнилось 16 лет, чтобы получить разрешение на индивидуальную станцию, накапливай опыт работы укависта на коллективной радиостанции.

Беседа тридцатая

ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ДИОДЫ И ТРИОДЫ

К числу полупроводников относится гораздо больше веществ, чем к числу проводников и изоляторов, взятых вместе.

Мы уже говорили в четвертой беседе, что к числу полупроводников, нашедших практическое применение в технике, относятся германий, кремний, селен, теллур, окислы металлов. В обычных условиях они проводят электрический ток значительно хуже, чем проводники, но много лучше, чем изоляторы. Поэтому-то их и называют полупроводниками.

Проводимость полупроводников сильно зависит от окружающей температуры. При очень низкой температуре, близкой к абсолютному нулю (—273°), они ведут себя как изоляторы. Проводники, наоборот, при таких температурах обладают сверхпроводимостью, т. е. почти не оказывают току никакого сопротивления. С повышением температуры проводимость проводников ухудшается (сопротивление электрическому току увеличивается), а полупроводников улучшается (сопротивление уменьшается).

Проводимость проводников не изменяется при действии на них света. Проводимость же полупроводников под действием света улучшается (их сопротивление уменьшается). Это явление называется фотопроводимостью.

Полупроводники могут преобразовывать энергию света в электрический ток. Проводникам же это свойство совершенно чуждо.

Проводимость полупроводников резко улучшается при введении в них атомов некоторых других элементов. Проводимость же проводников при введении в них примесей ухудшается.

Эти и некоторые другие свойства полупроводников были известны сравнительно давно, однако широкого практического применения они не находили. Одним из старейших полупроводниковых приборов является кристаллический детектор, примененный изобретателем радио А. С. Поповым в одном из его приемников. Позднее этот прибор был вытеснен электронной лампой. Но в последние годы полупроводниковые приборы снова начинают успешно конкурировать с электронными лампами.

В нашей стране большой вклад в разработку полупроводниковых приборов внесли академик А. Ф. Иоффе, П. В. Ширяев, Л. Д. Ландау, Б. И. Давыдов, О. В. Лосев, В. Е. Лашкевич и ряд других ученых, инженеров и научных коллективов.

ПРОВОДИМОСТЬ ПОЛУПРОВОДНИКОВ

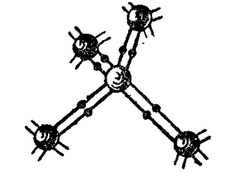
Чтобы понять сущность явлений, происходящих в полупроводниках, нам придется «заглянуть» в его структуру, разобраться в причинах образования в нем электрического тока[1].

В атомах полупроводника, как и многих других веществ, есть валентные электроны, но в полупроводнике они не всегда могут стать свободными.

Возьмем к примеру германий, применяемый во многих полупроводниковых приборах.

Германий стоит в четвертой группе периодической системы Менделеева. Это значит, что атом германия имеет во внешнем слое оболочки четыре валентных электрона. Всего же в оболочках атома германия 32 электрона. Однако 28 из них находятся в трех внутренних слоях оболочки и надежно удерживаются ядром. Если отнять от атома германия валентные электроны, он будет иметь положительный заряд, т. е. сделается положительным ионом.

Германий — кристаллическое вещество: атомы германия расположены в его массе в строгом порядке. Каждый атом окружен четырьмя такими же атомами. При этом расстояние между любой парой атомов одинаковое. Любой атом связан с каждым соседним атомом двумя валентными электронами, один из которых свой, а другой заимствованный от соседа. Оба эти электрона движутся одновременно вокруг ядер обоих связанных атомов. Такая связь называется двухэлектронной или валентной. Это показано схематически на рис. 296. Здесь в виде больших шариков изображены ядра атомов германия с тремя внутренними слоями электронной оболочки, т. е. положительные ионы. В виде маленьких черных шариков изображены валентные электроны, а двойными линиями показаны связи между атомами, т. е. силы, которые действуют между ними.


Рис. 296. Взаимное расположение атомов германия в кристалле.

Очевидно, что при этом внешний (четвертый) слой электронной оболочки каждого атома содержит восемь

[1] Прежде чем читать эту беседу дальше, рекомендуем вспомнить, о чем мы говорили в четвертой беседе или, может быть, еще раз прочитать ее.

электронов: четыре своих и по одному от каждого соседнего атома. Собственно, здесь уже становится невозможно различить, какой из валентных электронов в атоме свой, а какой чужой, поскольку они сделались общими. Такая двухэлектронная связь между парой атомов является наиболее прочной.

Так как атомы связаны между собой подобным способом во всей массе кристалла германия, можно считать, что кристалл германия представляет собой одну большую молекулу.

В дальнейшем для большей простоты взаимосвязь атомов германия в кристалле мы будем изображать в виде плоскостных схем (рис. 297). При этом ядра атомов с внутренними электронными оболочками мы рисуем в виде кружков со знаком плюс, электроны — в виде черных маленьких кружков, а межатомные связи — по-прежнему в виде двойных линий.

При температуре, близкой к абсолютному нулю, полупроводник с такой структурой ведет себя как диэлектрик потому, что в нем нет свободных электронов. Но при повышении температуры связь валентных электронов с атомными ядрами ослабевает, и некоторые из них вследствие теплового движения могут покидать свои атомы. Вырвавшийся из межатомной связи электрон становится свободным, а там, где он был до этого в межатомной связи, образуется пустое место. Его в полупроводниковой технике называют «дыркой». Чем выше температура полупроводника, тем больше в нем свободных электронов и дырок.

Итак, образование в массе полупроводника дырок связано с уходом из оболочек атомов валентных электронов. Значит, возникновение дырки соответствует появлению в междуатомной связи положительного электрического заряда, равного по величине отрицательному заряду электрона.

Чем же отличаются явления в полупроводнике от явлений в металлическом проводнике. В металле всегда есть свободные электроны,

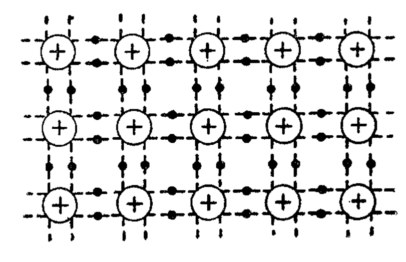


Рис. 297. Плоскостное изображение структуры германия

и они легко перемещаются между атомами, образуя под действием электродвижущей силы электрический ток. Но чтобы электроны полупроводника могли принять участие в образовании электрического тока, они должны сначала освободиться из межатомных связей. Вырвавшись из этих связей они оставляют в них дырки (рис. 298). Дырки это те межатомные связи, в которых не хватает по одному электрону.

Рассмотрим, как возникает электрический ток в полупроводнике под действием приложенного к нему электрического напряжения. В каждый момент времени во всей массе полупроводника вследствие теплового движения из межатомных связей вырывается некоторое количество электронов. На рис. 298 они обозначены точками со стрелками. Электроны, освободившиеся вблизи положительного полюса, притягиваются этим полюсом и уходят из массы полупроводника, оставляя после себя дырки. Электроны, ушедшие из межатомных связей в некотором удалении от положительного полюса, тоже притягиваются им и движутся в его сторону. Но встретив на своем пути дырки, они «впрыгивают» в них (рис. 298,*а*). Происходит заполнение некоторых межатомных связей. Оставшиеся дырки в направлении к отрицательному полюсу быстро заполняются другими электронами, вырвавшимися из межатомных связей, расположенных еще ближе к отрицательному полюсу (рис. 298,*б*).

В следующие моменты времени этот процесс продолжается: нарушаются одни межатомные связи — из них уходят валентные электроны, возникают дырки и заполняются другие межатомные связи—в дырки «впрыгивают» электроны, освободившиеся из каких-то других межатомных связей (рис. 298 *в*). Дырки, возникающие в самой левой части рисунка, т. е. у отрицательного полюса, заполняются электронами, пришедшими извне, от источника тока (рис. 298,*б* и *г*).

Можно считать, что, в то время как электроны движутся в направлении от отрицательного полюса к положительному, дырки перемещаются от положительного полюса к отрицательному.

Приведем сравнение с хорошо знакомым тебе случаем. Стоит пионерский строй. Несколько ребят вышли из строя — образовались пустые места — дырки. Вожатый подает команду: сомкнуть строй. Ребята по очереди делают шаг вправо, заполняя пустые места. Что получается? Ребята один за другим перемещаются к правому флангу, а пустые места — в сторону левого фланга.

Отметим, что в отсутствие внешних электрических сил при температуре выше абсолютного нуля свободные электроны и дырки тоже непрерывно возникают и исчезают, но только в этих условиях они движутся хаотически в разные стороны и не уходят за пределы полупроводника.

В чистом полупроводнике число высвобождающихся в каждый момент времени электронов равно числу образующихся при этом дырок. Общее их число при нормальной температуре относительно невелико. Поэтому электропроводность такого полупроводника, называемая собственной, также невелика. Иными словами, такой полупроводник оказывает электрическому току довольно большое сопротивление.

Если же в полупроводник добавить даже ничтожное количество примесей в виде атомов других элементов, проводимость его резко улучшается. При этом в зависимости от структуры атомов примесных элементов проводимость полупроводника может иметь различный характер. Она может быть электронной или дырочной. Расскажем, чем отличаются друг от друга эти два типа проводимости.

Если какой-либо атом в кристалле германия заменить атомом сурьмы, имеющим во внешнем слое электронной оболочки пять электронов, этот атом четырьмя электронами свяжется с четырьмя соседними атомами германия. Пятый же валентный электрон атома сурьмы окажется «лишним» и станет свободным. Чем больше в германий будет введено атомов сурьмы, тем больше в его массе окажется свободных электронов. Следовательно, германий с примесью сурьмы представляет собой полупроводник, по своим свойствам приближающийся к металлу: для того чтобы через него проходил электрический ток, не обязательно в нем должны разрушаться межатомные связи, т. е. образовываться дырки.

Полупроводники, обладающие такими свойствами, называются полупроводниками с электронной проводимостью. Их называют также полупроводниками с проводимостью n-типа или еще более кратко полупроводниками n-типа. Латинская буква n здесь взята из начала латинского же слова negative (негатив), что значит «отрицательный». Этот термин в данном случае нужно понимать в том смысле, что ток в полупроводнике n-типа образуется вследствие движения отрицательных зарядов — электронов или, как говорят, носителями тока в таком полупроводнике являются электроны.

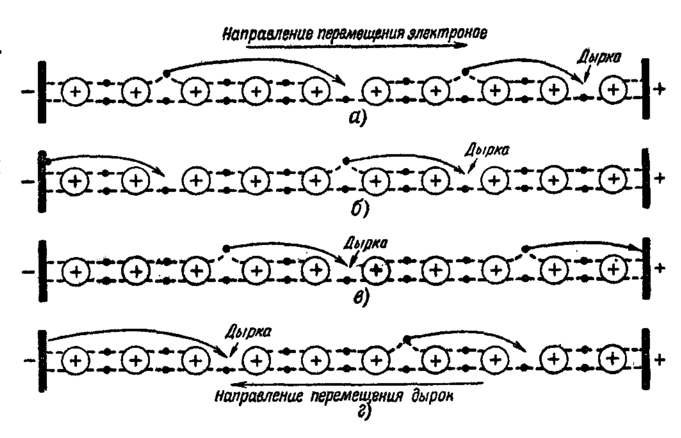


Рис. 298. Движение электронов и дырок в полупроводнике.

Другая картина получается, если в германий ввести примесь в виде атомов индия, во внешних оболочках атомов которого имеются только по три электрона. Атом индия, занимая место какого-либо из атомов германия, должен был бы тоже связаться с четырьмя соседними атомами германия. Но у него всего три валентных электрона. Поэтому получаются заполненные связи между ним и только тремя соседними атомами германия. Для заполнения связи с четвертым атомом германия у атома индия не хватает одного электрона. Образуется дырка. Она может быть заполнена каким-либо электроном, вырвавшимся из валентной связи между другими атомами германия. Однако независимо от того, где будут дырки, в массе полупроводника с примесью индия не будет хватать электронов для их заполнения. Чем больше будет введено в германий примесных атомов индия, тем больше будет в нем и дырок.

Чтобы в таком полупроводнике могли двигаться электроны, должны обязательно разрушаться валентные связи между атомами. Вырвавшиеся из них электроны или же поступившие в полупроводник электроны извне движутся от дырки к дырке. А во всей массе полупроводника в любой момент времени число дырок будет больше общего числа свободных электронов.

Полупроводники, обладающие таким свойством, называются полупроводниками с дырочной проводимостью, полупроводниками с проводимостью p-типа или, еще короче, полупроводниками p-типа. Латинская буква p является первой буквой латинского слова positive (позитив), что значит «положительный». Этот термин в данном случае нужно понимать в том смысле, что явление электрического тока в массе полупроводника p-типа сопровож-

дается непрерывным возникновением и исчезновением дырок — положительных зарядов. Получается впечатление, что дырки перемещаются в массе полупроводника, как бы они являются носителями тока.

Полупроводники *р*-типа, так же как и полупроводники *n*-типа, обладают во много раз лучшей проводимостью по сравнению с чистыми полупроводниками — полупроводниками без примесей.

Заметим, что практически не существует как совершенно чистого германия, так и полупроводников с абсолютной проводимостью *n*-типа или *р*-типа. В германии с примесью индия может оказаться какое-то небольшое количество атомов некоторых других элементов, создающих электронную проводимость, а в германий с примесью сурьмы могут попасть атомы элементов, создающих дырочную проводимость. При этом в германии, имеющем в целом проводимость *n*-типа, появятся дырки. В них могут «впрыгнуть» некоторые свободные электроны, возникшие вследствие присутствия примеси сурьмы. Вследствие этого электронная проводимость полупроводника несколько ухудшится. Аналогичное же явление будет иметь место, если в германий с дырочным характером проводимости попадут атомы индия.

Поэтому к полупроводникам *n*-типа относят такие полупроводники, в которых о с н о в н ы м и носителями тока являются электроны (преобладает электронная проводимость), а к полупроводникам *р*-типа — полупроводники, в которых о с н о в н ы м и носителями тока являются дырки (преобладает дырочная проводимость).

ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ДИОДЫ

С полупроводниковыми диодами ты уже знаком. Точечные диоды ДГ-Ц, Д1, Д2 ты встречал в схемах детекторных приемников и

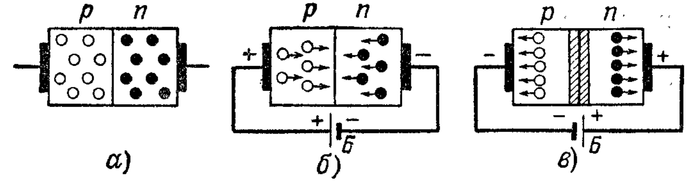


Рис. 299. К пояснению явлений, происходящих в полупроводниковом диоде.

а — к диоду напряжение не приложено: *б* — к области с дырочной проводимостью присоединен положительный полюс батареи, а к области с электронной проводимостью — отрицательный; *в* — к области с дырочной проводимостью присоединен отрицательный полюс батареи, а к области с электронной проводимостью присоединен ее положительный полюс.

Светлые кружки изображают дырки; черные точки — свободные электроны.

в пробнике, а плоскостные полупроводниковые диоды ДГ-Ц и Д7 — в схемах выпрямителей для питания радиоприемников.

Теперь, когда ты познакомился с явлениями, происходящими в полупроводниках, расскажем о принципе действия и устройстве полупроводниковых диодов.

Основной частью полупроводникового диода любого из известных тебе типов является квадратная пластинка, вырезанная из кристалла германия. Часть объема пластинки обладает электронной, а другая часть дырочной проводимостью. Это упрощенно показано на рис. 299,*а*. На наружные поверхности пластинки нанесены контакты. Один из них имеет соединение с областью, имеющей дырочную проводимость, а другой — с областью, имеющей электронную проводимость. Если к этим контактам подключить батарею так, чтобы ее положительный полюс был соединен с областью, имеющей проводимость *р*-типа, а отрицательный с областью *n*-типа (рис. 299,*б*), то через пластинку германия возникнет электрический ток. Какие явления происходят при этом в ней?

Электроны в области с проводимостью *n*-типа перемещаются от минуса к плюсу, т. е. в сторону области с проводимостью *р*-типа, а дырки в области с проводимостью *р*-типа движутся навстречу электронам — от плюса к минусу. Встречаясь на границе областей с проводимостями различного типа, называемой э л е к т р о н н о - д ы р о ч н ы м п е р е х о д о м (*р-n*-переходом) или запорным слоем, электроны «впрыгивают» в дырки, т. е. и те и другие при встрече прекращают свое существование. Контакт, соединенный с отрицательным полюсом батареи, может отдать области с проводимостью *n*-типа практически неограниченное количество электронов, пополняя убыль электронов в этой области, а контакт, соединенный с положительным полюсом батареи, может принять из области с проводимостью *р*-типа такое же количество электронов, что равнозначно введению в него соответствующего количества дырок. Вследствие этого через диод и идет ток, называемый прямым током. Чем больше напряжение батареи, тем больше прямой ток.

Если полюса батареи поменять местами (рис. 299,*в*), свободные электроны в области с проводимостью *n*-типа будут стремиться переместиться к электроду, соединенному с положительным полюсом батареи, т. е. будут удаляться от *р-n*-перехода, а дырки в области с проводимостью *р*-типа будут стремиться отойти к электроду, соединенному с отрицательным полюсом батареи, т. е. также будут

удаляться от p-n-перехода. В результате на границе областей с различными типами проводимости образуется зона, обедненная электронами и дырками. Однако небольшой обмен носителями тока между областями германиевой пластинки все же будет. Поэтому через диод возникнет некоторый ток, но значительно меньший, чем прямой ток. Этот ток называют обратным током.

Если на диод подать переменное напряжение, он, как ты уже знаешь, свободно пропускает ток одного направления и почти не пропускает ток в противоположном направлении. Это свойство диода и используется в выпрямителях.

Технология изготовления электронно-дырочного перехода плоскостного полупроводникового диода такова. На поверхности квадратной пластинки площадью 2—4 *мм*² и толщиной в несколько десятых долей миллиметра, вырезанной из кристалла германия с электронной проводимостью, расплавляют маленький кусочек индия. Он крепко сплавляется с германиевой пластинкой и при этом его атомы проникают (дифундируют) в толщу германия, образуя в нем область с преобладанием дырочной проводимости (рис. 300). Получается полупроводник с двумя областями, обладающими проводимостями различного типа, а между ними p-n-переход. Одним из выводов диода является проволочка, припаянная к индию. Пластинка германия припаивается оловянисто-свинцовым припоем к металлическому диску (или стержню), от которого делается второй вывод.

Наибольшее распространение пока имеют плоскостные германиевые диоды ДГ-Ц и Д7. Первые подразделяются на группы ДГ-Ц21 — ДГ-Ц27, а вторые на группы Д7А—Д7Ж. Группы отличаются, в основном, величиной обратного напряжения, которое можно прикладывать к диодам.

Разрез плоскостного диода типа ДГ-Ц в сильно увеличенном виде показан на рис. 301. Пластинка германия *1* соединена через держатель *4* с металлическим корпусом *5*, а вывод *3* от индия *2* изолирован от корпуса стеклянной бусинкой *6*. Контактные ленточки *7* служат для припайки монтажных проводников или других деталей схемы.

Диоды Д7 (рис. 213,*б*) отличаются от диодов ДГ-Ц цельнометаллической конструкцией корпуса, вследствие чего они надежнее работают во влажной атмосфере.

С помощью всех этих диодов в схеме двухполупериодного выпрямления можно получать выпрямленные токи до 300 *ма*, только диоды ДГ-Ц24 — ДГ-Ц27 можно нагружать током не свыше 100 *ма*. При однополупериодном выпрямлении можно получить вдвое меньшие выпрямленные токи.

Применяя полупроводниковые диоды в выпрямителях с фильтрами, имей в виду, что их обратное напряжение (при последовательном соединении диодов — сумма обратных напряжений всех диодов, входящих в группу) должно быть по крайней мере в 3 раза больше постоянного напряжения, даваемого выпрямителем на конденсаторах фильтра, включенных до дросселя. Если ящик приемника маленький и поэтому от выделения тепла лампами внутри него во время работы получается повышенная температура, число диодов в каждой группе нужно увеличивать. Это необходимо для надежной работы выпрямителя.

Соединяя диоды последовательно, обязательно шунтируй их сопротивлениями, как мы это советовали делать в беседе о питании радиоаппаратуры от сетей переменного тока.

Наибольшие выпрямленные токи, которые можно брать от двухполупериодных выпрямителей с полупроводниковыми и плоскостными диодами ДГ-Ц и Д7, и предельные обратные напряжения для этих диодов разных групп приведены в приложении в конце книги.

Теперь расскажем о точечных полупроводниковых диодах. Основными частями точечного диода являются маленькая пластинка германия обычно с электронной проводи-

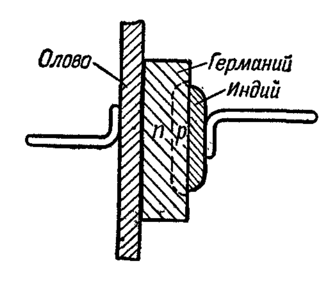


Рис. 300. Схематическое устройство плоскостного полупроводникового диода.

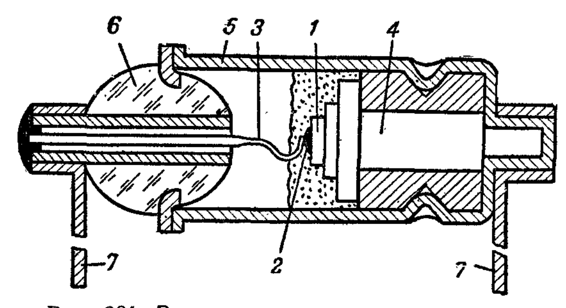


Рис. 301. Разрез плоскостного германиевого диода типа ДГ-Ц (в сильно увеличенном виде).

1 — германий; *2* — индий; *3* — вывод индия; *4* — держатель германия; *5* — корпус; *6* — стеклянный изолятор; *7* — контактный вывод.

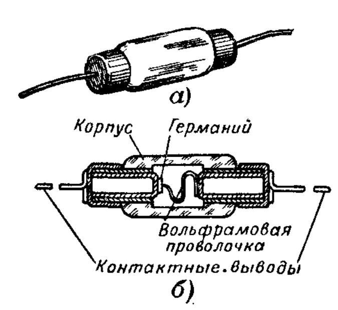


Рис. 302. Германиевый точечный диод типа Д2. *а* — общий вид; *б* — разрез.

мостью и соприкасающееся с ней острие тонкой вольфрамовой проволочки. На рис. 302 для примера показано устройство точечного диода Д2. После сборки диод формуют — пропускают через контакт между пластинкой и проволочкой ток определенной величины. В это время под острием проволочки в германиевой пластинке образуется небольшая область с дырочной проводимостью. Получается электронно-дырочный переход, обладающий односторонней проводимостью тока.

Площадь соприкосновения острия проволочки с поверхностью кристалла у точечного диода чрезвычайно мала (обычно не более 50 квадратных микрон). Поэтому токи, которые они могут пропускать в течение продолжительного времени, не превышают обычно 10—15 *ма*. Обратное напряжение их не более нескольких десятков вольт. Поэтому точечные диоды пригодны в основном для детектирования модулированных колебаний высокой частоты и для измерительных приборов.

К числу полупроводниковых диодов относятся также селеновые шайбы, из которых собирают выпрямительные столбики (рис. 212). Селен является полупроводником с дырочной проводимостью. Электронно-дырочный переход получается благодаря образованию между селеном и слоем нанесенного на него сплава тонкой прослойки полупроводника с электронной проводимостью — селенида кадмия. Он получается в результате химического соединения селена и кадмия, входящего в сплав.

Наша отечественная промышленность выпускает много разных типов полупроводниковых диодов. Некоторые из них дают возможность выпрямлять токи величиной в сотни ампер. Большие перспективы имеют диоды, в которых вместо германия применяется кремний. Кремниевые диоды могут работать при температуре до +125°, в то время как германиевые диоды при температуре выше +70° уже плохо выпрямляют и быстро приходят в негодность.

ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ТРИОДЫ

Полупроводниковые триоды, или транзисторы, так же как и диоды, бывают плоскостными и точечными.

Расскажем только о плоскостных триодах, поскольку точечные триоды в радиолюбительской практике почти не применяются.

Основной частью плоскостного полупроводникового триода является пластинка германия (или кремния), имеющая три области с чередующимися типами проводимости (рис. 303). От каждой области сделан отдельный контактный вывод. Следовательно, в полупроводниковом триоде имеется два *p-n*-перехода — он представляет собой как бы два полупроводниковых диода, включенных навстречу друг другу. Расстояние между *p-n*-переходами очень мало. Если средняя область пластинки германия обладает электронной проводимостью, а наружные — дырочной (рис. 303,*а*), прибор называют триодом *p-n-p*-типа. Такие триоды имеют наибольшее распространение. Если же наружные области германиевой пластинки обладают электронной, а средняя дырочной проводимостью (рис. 303,*б*), прибор называют триодом *n-p-n*-типа.

Электронно-дырочные переходы получают в триоде так же, как и в диоде. Так, например, чтобы изготовить германиевую пластинку для триода *p-n-p*-типа, берут тонкую пластинку с электронной проводимостью и вплавляют в нее с двух сторон два кусочка индия.

Познакомимся с принципом действия триода *p-n-p*-типа. Одна из возможных схем его включения показана на рис. 304. Между наружными областями пластинки включена батарея $Б_2$ таким образом, что верхняя *p*-область получает через сопротивление *R* отрицательное напряжение по отношению к нижней *p*-области.

Если вывод средней области пластинки германия ни с чем не соединять, через все три ее области пойдет очень слабый ток, поскольку при такой полярности включения батареи сопротивление верхнего *p-n*-перехода очень велико (для верхнего перехода это будет обратный ток).

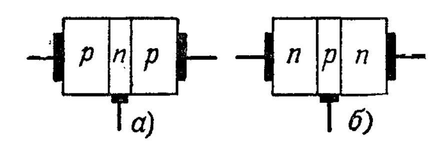


Рис. 303. Расположение областей с различной проводимостью в плоскостных полупроводниковых триодах. *а* — *p-n-p*-типа; *б* — *n-p-n*-типа.

Если же на вывод средней n-области подать от батареи $Б_1$ небольшое отрицательное напряжение (смещение) по отношению к выводу нижней p-области, через нижний p-n-переход пойдет прямой ток: как в диоде, дырки в нижней области будут двигаться к средней области, а электроны в средней области будут двигаться к нижней области. При встрече с дырками у нижнего p-n-перехода электроны будут «впрыгивать» в дырки. Это и является причиной возникновения тока через нижний p-n-переход. Однако судьба большинства дырок, проникших через этот переход, оказывается иной. Вследствие того, что верхняя p-область находится под относительно бо́льшим отрицательным потенциалом, чем средняя n-область, значительная часть дырок, проникших в n-область, движется к верхнему p-n-переходу. Здесь их встречают свободные электроны, вводимые электродом, соединенным с минусом батареи $Б_2$. Свободные электроны «впрыгивают» в дырки, и они перестают существовать. Но на смену им из нижней p-области через среднюю область идут все новые и новые дырки, а из верхней области все новые и новые электроны. В результате, когда на n-область подано отрицательное напряжение, через оба p-n-перехода, а следовательно и через сопротивление R, будет идти ток. При уменьшении отрицательного напряжения на n-области сопротивление нижнего p-n-перехода увеличивается и ток через германиевую пластинку уменьшается. При увеличении отрицательного напряжения на n-области сопротивление нижнего p-n-перехода уменьшается, число дырок, проникающих в n-область, возрастает и ток через германиевую пластинку увеличивается.

Схему рис. 304 можно использовать для усиления электрических колебаний низкой или высокой частоты. Сигнал, который нужно усилить, подается последовательно с батареей $Б_1$ между нижней p-областью и средней n-областью. Усиленный сигнал получается на сопротивлении R. Процесс усиления в общих чертах происходит следующим образом. Во время отрицательного полупериода подводимого сигнала, т. е. когда его напряжение складывается с напряжением батареи $Б_1$, увеличивается поток дырок, проникающих в среднюю n-область германиевой пластинки, а оттуда и в верхнюю ее p-область. Во время положительных полупериодов сигнала, т. е. когда его напряжение направлено навстречу напряжению батареи $Б_1$, общее отрицательное напряжение между средней областью пластинки и ее нижней p-областью уменьшается. Вследствие этого уменьшается и поток дырок через германиевую пластинку. В результате при наличии переменного напряжения между нижней p-областью и средней n-областью через сопротивление R течет пульсирующий ток, а на его концах получается пульсирующее напряжение. Если величина сопротивления R будет достаточно большой, переменная составляющая сигнала на нем будет больше величины напряжения, поступающего на среднюю n-область германиевой пластинки.

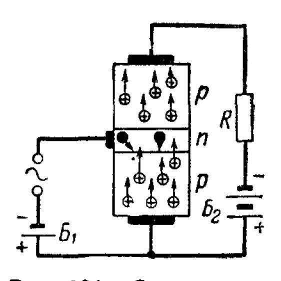


Рис. 304. Схема, поясняющая работу плоскостного триода p-n-p-типа.

Усиленное полупроводниковым триодом напряжение может быть преобразовано в звук, если вместо сопротивления R в схему рис. 304 включить телефоны. Можно это напряжение подать через конденсатор на второй триод для дальнейшего усиления.

Заметим, что на среднюю область пластинки кроме усиливаемого сигнала нужно обязательно подавать постоянное напряжение смещения: без него нижний p-n-переход будет «срезать» отрицательные полупериоды подводимого сигнала — во время этих полупериодов ток через триод будет прекращаться. Поэтому усиление будет сопровождаться искажениями. Чтобы получить наибольшее усиление, нужно подобрать величину напряжения на средней области пластинки триода.

Необходимое напряжение смещения на средней области пластинки можно получить и без батареи $Б_1$. Для этого достаточно соединить вывод средней области через сопротивление с минусом батареи $Б_2$ или же с выводом верхней p-области пластинки. При первом способе соединения получим схему с фиксированным смещением, а во втором — схему с автоматическим смещением. В обоих случаях можно изменять величину смещения на средней области пластинки германия, изменяя величину сопротивления, соединяющего ее с батареей $Б_2$ или с выводом от верхней p-области.

Упомянутое явление «срезания» отрицательных полупериодов сигнала при отсутствии отрицательного смещения на средней области пластинки можно использовать для детектирования модулированных высокочастотных колебаний высокой частоты.

Точно так же работает и полупроводниковый триод n-p-n-типа, только в нем основными носителями тока являются не дырки, а элек-

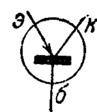


Рис. 305. Так изображают полупроводниковый триод на схемах.

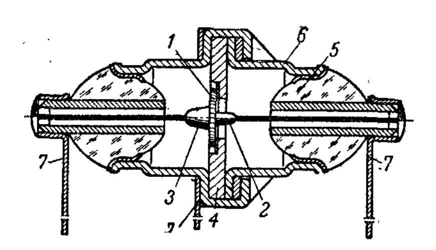


Рис. 306. Разрез плоскостного полупроводникового триода типа П1 (П2).

1 — пластинка германия; *2* — индий-эмиттер; *3* — индий-коллектор; *4* — держатель германиевой пластинки; *5* — стеклянный изолятор; *6* — корпус; *7* — контактные выводы.

троны. В связи с этим полярность включения батарей должна быть не такой, как для триода *р-п-р*-типа, а обратной.

В рассмотренной нами схеме роль нижней области германиевой пластинки аналогична роли катода радиолампы: она «эмиттирует» носители тока — дырки (в триоде *р-п-р*-типа) или электроны (в триоде *п-р-п*-типа). Ее называют эмиттером. Верхняя область подобно аноду лампы собирает носители тока. Поэтому её называют коллектором (слово «коллектор» означает «собиратель»). Средний слой называют базой или основанием. Его роль подобна роли управляющей сетки радиолампы, потому что от напряжения на нем зависит количество носителей тока, движущихся от эмиттера к коллектору.

На принципиальных схемах полупроводниковый триод изображают так, как показано на рис. 305: утолщенной линией обозначают базу (*б*), линией со стрелкой — эмиттер (*э*), а линией без стрелки — коллектор (*к*).

Схема включения полупроводникового триода, приведенная на рис. 304, называется схемой с общим эмиттером или схемой с заземленным эмиттером. Она имеет наибольшее распространение в радиоприемниках и усилителях, так как дает наибольшее усиление.

Возможны и другие способы подключения к полупроводниковому триоду батарей, нагрузочного сопротивления и подачи усиливаемого сигнала. Но поскольку эти схемы в радиолюбительской практике применяются не часто, мы их рассматривать не будем.

Одна из конструкций плоскостного триода в сильно увеличенном виде показана в разрезе на рис. 306. Пластинка германия припаяна к металлическому диску, соединенному с металлическим корпусом, который является выводом базы прибора. Контактные выводы эмиттера и коллектора изолированы от корпуса.

Плоскостные триоды имеют в наименовании букву П. За буквой идет номер типа триода, а после цифры буква, указывающая группу прибора.

Общий вид некоторых плоскостных триодов с указанием выводов их электродов показан на рис. 307. Триоды П3 и П4 применяются в оконечных каскадах усиления низкой частоты. Триод П3 имеет ребристый радиатор. Во время работы он нагревается, а ребра способствуют лучшему охлаждению.

Выводы всех плоскостных триодов сделаны в виде узких металлических ленточек или проволочек. Этими выводами триоды подпаиваются к монтажным лепесткам или другим деталям радиоконструкции.

Тем, что полупроводниковые триоды не имеют нитей накала, они выгодно отличаются от радиоламп. Для питания полупроводниковых триодов требуются значительно меньшие напряжения и токи, чем для питания радиоламп. Полупроводниковые триоды могут работать даже при напряжении в несколько вольт на коллекторе, радиолампы же при таких напряжениях на анодах вообще не работают. В смысле расхода электроэнергии полупроводниковые триоды во много раз экономичнее радиоламп.

Полупроводниковые триоды долговечнее радиоламп в десятки раз.

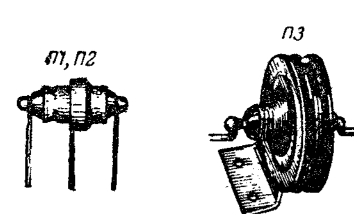
Правда, полупроводниковые триоды дают меньшее усиление, чем радиолампы, но этот недостаток легко может быть компенсирован путем увеличения числа усилительных каскадов. При этом экономичность конструкции все равно остается достаточно высокой. Существенным недостатком современных полупроводниковых триодов является невозможность их использовать для усиления колебаний высокой частоты соответствующих коротким, а тем более ультракоротким волнам.

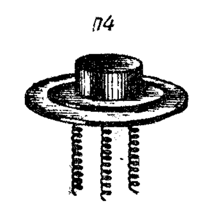
Габариты большинства полупроводниковых триодов очень малы, а весят они не более нескольких граммов. При таких размерах приборов можно сделать приемник, который вместе с питающей его батареей уместится в кармане.

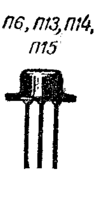
Можно ли, учитывая все это, сказать, что радиолампы отживают свой век? Нет. Полупроводниковые триоды дополняют радиолампы, помогая технике сделать новый шаг вперед, в некоторых случаях могут заменить радиолампы, но далеко не все и не всегда.

О МАЛОГАБАРИТНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЯХ И КОНДЕНСАТОРАХ

В связи с появлением полупроводниковых приборов перед промышленностью встала задача — начать выпуск малогабаритных дета-







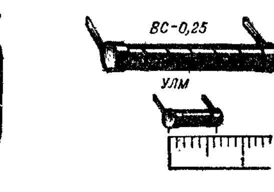


Рис. 307. Внешний вид некоторых полупроводниковых триодов.

Рис. 308. Сопротивление типа УЛМ рядом с сопротивлением типа ВС-0,25 выглядит крошкой.

лей. Да это и понятно, ведь нельзя же, чтобы сопротивления и конденсаторы были много больше по размерам, чем триоды, являющиеся основными элементами приемника. Такие детали теперь есть.

К числу малогабаритных непроволочных сопротивлений относятся сопротивления УЛМ. Они имеют такую же конструкцию, как и сопротивления ВС-0,25, но размеры их значительно меньше. Длина этих сопротивлений всего лишь 6 *мм*, а диаметр 2 *мм*. Если около сопротивления ВС-0,25 положить сопротивление УЛМ, оно будет выглядеть крошкой (рис. 308). Сопротивления УЛМ рассчитаны на мощность рассеяния 0,12 *вт*.

На рис. 309 показаны некоторые малогабаритные конденсаторы. Рядом с ними для сравнения нарисованы уже знакомые тебе конденсаторы.

Конденсатор КДМ (конденсатор дисковый малогабаритный) по своему устройству схож с конденсатором КДК. Он представляет собой тонкий диск диаметром 4—5 *мм* из высокочастотной керамики, покрытый с обеих сторон токопроводящими слоями, от которых сделаны проволочные выводы. Конденсатор КТМ устроен так же, как КТК, но трубочка конденсатора КТМ имеет диаметр 4 *мм* и длину 10 *мм*.

Конденсаторы ЭМ (электролитические малогабаритные) по своему внутреннему устройству аналогичны электролитическим конденсаторам КЭ, но несравненно меньше их. Алюминиевые корпуса конденсаторов ЭМ имеют вид маленьких патрончиков. Выводы — проволочные. Емкость этих конденсаторов от 0,5 до 25 *мкф*. Рассчитаны они на рабочие напряжения от 4 до 60 *в*. Диаметр конденсаторов 4,5—6 *мм*, длина без выводов 15—20 *мм*.

Если тебе не удастся приобрести эти миниатюрные детали, можно в конструкциях с полупроводниковыми приборами применить обычные сопротивления и конденсаторы. Качество работы приемника или усилителя от этого не ухудшится, но их размеры будут больше, чем с малогабаритными деталями.

О ЧЕМ НЕЛЬЗЯ ЗАБЫВАТЬ

Полупроводниковые триоды по механической прочности превосходят многие электронные лампы. Но они менее стойки, чем радиолампы, к действию высокой температуры. Если полупроводниковый триод перегреть, он навсегда потеряет все свои замечательные свойства.

Начинающие радиолюбители иногда по ошибке включают на аноды электронных ламп отрицательное напряжение. Для ламп такая ошибка не опасна. Но если напряжение не той полярности подашь на электроды полупроводниковых приборов, они могут испортиться.

Плохая пайка или слабый контакт выводных штырьков электродов радиоламп с источниками питания приводят обычно только к перебоям в работе приемника, к трескам. Опасности для самих ламп от этого нет никакой. Но если плохие контакты окажутся в приемнике на полупроводниковых триодах, они также могут испортиться, так как не выдерживают больших «толчков» тока.

Не думай, что такими предупреждениями мы хотим отбить у тебя охоту к экспериментированию с полупроводниковыми приборами. Нет. Мы уверены, что ты займешься освоением этой новой для тебя техники. Но мы хотим дать тебе несколько советов, которые помогли бы избежать порчи этих, пока что сравнительно дорогих приборов.

Полупроводниковые приборы подобно сопротивлениям и конденсаторам соединяются с другими деталями радиосхем посредством

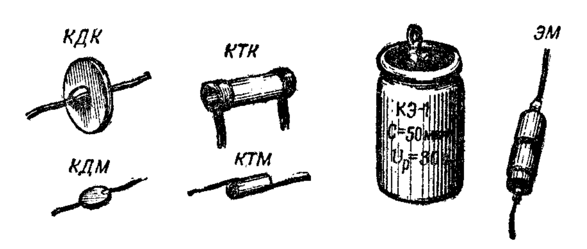


Рис. 309. Малогабаритные конденсаторы для приемников и усилителей с полупроводниковыми триодами. Рядом для сравнения показаны обычные конденсаторы.

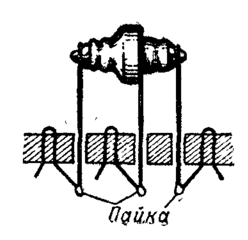


Рис. 310. Крепление триода типа П1 (П2).

пайки. Их ленточные или проволочные выводы можно изгибать и даже укорачивать до 15—20 *мм*, если в этом есть необходимость. Но делать это нужно очень осторожно, чтобы не поломать непрочные выводы. Полупроводниковые триоды типа П1 и П2 лучше всего монтировать на плоских планках с лепестками, как показано на рис. 310. Планку можно выпилить из гетинакса, органического стекла или какого-либо другого изоляционного материала толщиной 3—5 *мм*. Можно и из сухой фанеры. Выпиливай ее с таким расчетом, чтобы на ней смонтировать все мелкие детали конструкции. Просверли в ней отверстия для выводов триодов, а рядом укрепи жестяные монтажные лепестки.

Во время пайки среднюю часть вывода плотно зажимай плоскогубцами и не отпускай их до тех пор, пока место пайки не остынет. Этим приемом ты защитишь триод от перегрева, так как распространяющееся тепло от паяльника будет поглощено плоскогубцами.

Ко вторым концам монтажных лепестков ты будешь припаивать другие детали.

Закончив монтаж, внимательно проверь надежность и правильность всех соединений и только после этого подключай источник питания.

Никогда не подавай на коллекторы триодов более высокие напряжения, чем те, которые указаны на их этикетках или в справочных таблицах. Превышение напряжений может привести к перегреву триодов и пробою их электронно-дырочных переходов.

Требования эти элементарны. И чтобы выполнять их, надо лишь быть внимательным.

ВМЕСТО РАДИОЛАМП

Используя в приемнике или усилителе полупроводниковые триоды, тебе придется опытным путем искать и находить те условия, при которых триоды дают наилучшее усиление. Объясняется это тем, что они имеют большой разброс параметров. Поэтому невозможно заранее указать, при каких данных деталей схемы лучше будет работать тот или иной триод. Тщательным подбором деталей (особенно сопротивлений) тебе в основном и придется заняться, собирая приемник на полупроводниковых триодах.

Предлагаем для экспериментирования несколько схем простых радиоприемников.

Принципиальная схема простого радиоприемника на полупроводниковых приборах показана на рис. 311. Левая часть схемы представляет собой детекторный приемник с фиксированной настройкой. На сопротивлении R получается напряжение низкой частоты, которое подается в цепь база—эмиттер триода *ПТ*. В цепь коллектора последовательно с батареей включены телефонные трубки. Применение конденсатора C_3 не обязательно. Батарея *Б* питает только цепь коллектора. Отрицательное же напряжение смещения на базе триода относительно эмиттера создается за счет постоянной составляющей тока детекторной цепи. При хорошей наружной антенне и заземлении на такой приемник достаточно громко слышны передачи местных станций.

Качество и громкость работы приемника сильно зависят от подбора конденсатора C_1 и сопротивления R и, естественно, от точности настройки контура LC_2 на частоту станции. Те пределы, в которых следует изменять данные этих деталей, указаны на схеме. Для контура можешь использовать любую катушку, рассчитанную на прием радиостанции того диапазона, на которую хочешь настроить приемник. Точная настройка его на волну нужной станции достигается подбором емкости конденсатора C_2, числа витков катушки L и перемещением ее сердечника.

Схема второго приемника приведена на рис. 312. Триод работает здесь и как детектор и как усилитель низкой частоты. Детектирование происходит в цепи база — эмиттер. Работает такой приемник примерно так же, как одноламповый приемник без обратной связи.

Напряжение высокой частоты подается в цепь база — эмиттер с части витков контурной катушки L. Это — так называемая автотрансформаторная связь триода с контуром. Такое включение необходимо для того, чтобы малое сопротивление участка база — эмиттер триода не вносило бы большого затухания в колебательный контур.

Нижняя секция катушки L должна содержать примерно $^1/_{20}$ часть ее витков. Так, например, если катушка имеет 200 витков, то отвод надо сделать от 180-го витка. Он подключается к базе триода. Желательно сделать несколько отводов, чтобы можно было опытным путем подобрать наивыгоднейшую связь.

Связь триода с контуром может быть индуктивной (рис. 313). В этой схеме катушка связи L_2 должна иметь примерно столько же витков, сколько и малая секция катушки при автотрансформаторной связи. Ее надо намотать поверх контурной катушки L_1. Чтобы имелась возможность опытным путем подо-

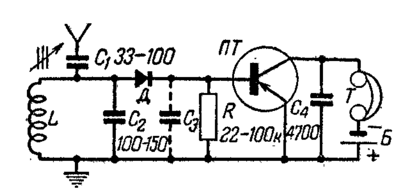


Рис. 311 Принципиальная схема детекторного приемника с каскадом усиления низкой частоты на полупроводниковом триоде.

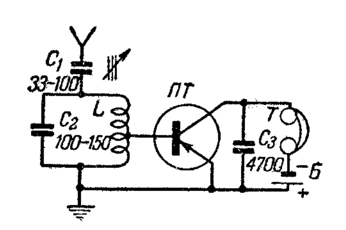


Рис. 312. Принципиальная схема приемника с одним триодом. Связь триода с колебательным контуром непосредственная.

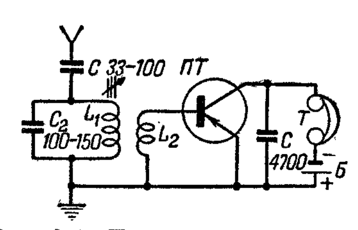


Рис. 313. Принципиальная схема приемника с одним триодом. Связь триода с колебательным контуром индуктивная.

брать наилучшую связь триода с контуром, катушку связи можно сделать с несколько увеличенным числом витков, сделав в ней несколько отводов.

На рис. 314 показана еще одна схема приемника с полупроводниковым диодом и триодом. Он отличается от схемы рис. 311 тем, что в нем связь колебательного контура с детекторным контуром автотрансформаторная, как в схеме второго приемника, а связь детекторного контура с триодом емкостная. Кроме того, база триода соединена через сопротивление R_2 с отрицательным полюсом батареи. Конденсатор C_3 низковольтный электролитический. Его корпус должен быть соединен с базой триода. Приемник может работать и без сопротивления R_2. Однако, если появятся прерывистая генерация или искажения, его надо включить в схему. Часто схема лучше работает, когда это сопротивление включено не между базой и минусом батареи, а между базой и коллектором. Попробуй также включить его между базой и плюсом батареи.

На схеме рис. 314 пунктиром показан конденсатор C_5, блокирующий батарею. Он пропускает через себя переменную составляющую низкой частоты. Его роль может оказаться заметной, когда батарея несколько разрядится.

Какой из приемников, собранных по этим четырем схемам, будет лучше работать? Если ты тщательно подберешь величины сопротивлений, приемник, собранный по последней схеме, должен давать лучшее качество приема потому, что на базу триода подается постоянное напряжение смещения.

В детекторных контурах приемников по схемам рис. 311 и 314 можно использовать любой точечный диод (ДГ-Ц, Д1, Д2), а для усиления низкой частоты во всех схемах триоды П1, П2, П6, П13, П14, П15 (лучше П6Г, П13А, П14, П15).

Громкость приема нетрудно повысить, добавив в приемник каскад усиления низкой частоты, например, так, как это сделано в схеме рис. 315. Здесь триод $ПТ_1$ выполняет роль детектора, а триод $ПТ_2$ работает в усилителе низкой частоты. Создающееся на сопротивлении R напряжение низкой частоты подается в цепь базы второго триода без каких-либо переходных деталей. Такая междукаскадная связь, называемая прямой или гальванической,—самая простая. При такой связи смещение на базе второго триода равно напряжению на коллекторе предыдущего триода. Приемник, собранный по этой схеме, прост и работает вполне удовлетворительно. Надо только получше подобрать величину сопротивления R и связь детектирующего триода с контуром. Оба триода могут быть однотипные.

Схема такого же приемника, но с емкостной связью между каскадами показана на рис. 316. Сопротивление R_1 является нагрузкой детектирующего триода $ПТ_1$, сопротивление R_2 служит для подачи напряжения смещения на базу триода $ПТ_2$, работающего в каскаде усиления низкой частоты. В остальном эта схема аналогична предыдущей.

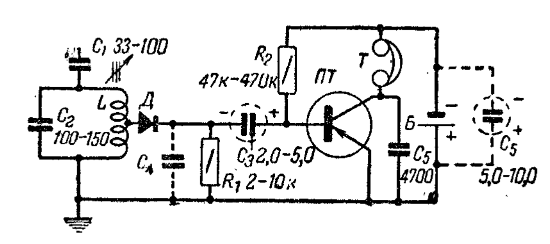


Рис. 314. Улучшенная схема детекторного приемника с каскадом усиления низкой частоты на полупроводниковом триоде.

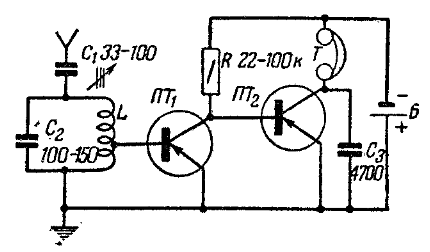


Рис. 315. Принципиальная схема приемника на двух полупроводниковых триодах с непосредственной связью между каскадами.

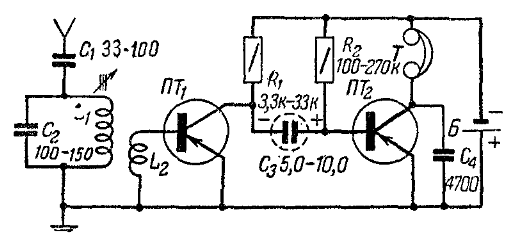


Рис. 316. Радиоприемник с двумя полупроводниковыми триодами, в котором применена междукаскадная связь на сопротивлениях и конденсаторах.

Какой из этих двух последних приемников будет лучше работать? При тщательном подборе сопротивлений и конденсаторов громче и устойчивее должен работать приемник с емкостной междукаскадной связью (рис. 316). В загородных условиях при наличии хорошей антенны он может обеспечить довольно громкий прием местной радиостанции даже на маломощный громкоговоритель. Электродинамический громкоговоритель должен включаться в цепь коллектора (вместо телефонов) через выходной трансформатор.

Советуем испытать все схемы, о которых мы здесь рассказали. Возьми небольшой кусок сухой фанеры или картона, укрепи на нем монтажные лепестки, зажимы или гнезда для подключения антенны, заземления и контурную катушку с отводами. Припаяй к монтажным лепесткам триоды. Подключив к колебательному контуру детектор и телефонные трубки, настрой его на местную станцию. Затем соедини детектор с триодом по схеме рис. 311, в цепь коллектора включи телефонные трубки и поэкспериментируй с этим приемником. Изменив немного монтаж, включи триод по схеме рис. 312. Потом намотай поверх контурной катушки катушку связи и включи триод по схеме рис. 313. Добавив еще несколько деталей, смонтируй приемник по схеме рис. 314.

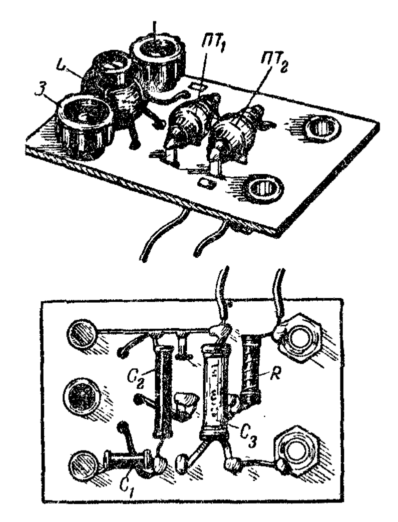


Рис. 317. Радиоприемник, смонтированный по схеме рис. 315.

Испытывая тот или иной приемник, попробуй изменять напряжение батареи. Сначала для питания используй один элемент, например типа «Сатурн», или один элемент от батарейки карманного фонарика. Послушав, как работает приемник при питании от одного элемента, добавь еще один элемент, потом третий. Попробуй питать приемник от двух-трех последовательно соединенных батареек карманного фонаря. Обычно громкость работы приемника заметно нарастает с увеличением напряжения батареи до 4,5 *в*. Дальнейшее повышение напряжения мало сказывается. Изменяя напряжение батареи, пробуй увеличивать или уменьшать величины сопротивлений в цепях приемника.

Не делай никаких изменений в схемах при включенных батареях. Это может привести к порче триодов.

В ходе экспериментов выяснится, какой приемник тебе больше понравится. Прикинь, как лучше разместить детали, чтобы они занимали меньше места, а соединительные проводники были возможно короткими. После этого сделай новую панель и начисто смонтируй на ней приемник.

Конструкция панели и приемника в целом могут быть произвольными. Примером может служить приемник, показанный на рис. 317. Он смонтирован по схеме, приведенной на рис. 315, на плоской панели величиной со спичечную коробку. Сверху расположены триоды, катушка, зажимы и гнезда, снизу — конденсаторы и сопротивления. Вместе с батареей он умещается в небольшом ящичке, который можно положить в карман.

Чтобы познакомиться с устройством, принципами действия полупроводниковых приборов и их применением, достаточно внимательно прочитать эту беседу и собрать простой приемник. После этого ты сможешь сделать самостоятельно некоторые усложнения в его схеме — ты ведь уже не начинающий радиолюбитель. Замени, например, контурный конденсатор постоянной емкости переменным — получится приемник с плавной настройкой. Добавь еще один контур и переключатель — приемник станет двухдиапазонным.

А как сделать еще более сложный приемник или усилитель с полупроводниковыми триодами? Ответы на этот вопрос и многие другие вопросы, связанные с применением полупроводниковых диодов и триодов, тебе придется поискать в соответствующей литературе.

Беседа тридцать первая

ФОТОЭЛЕМЕНТЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

Фотоэлементы — это приборы, преобразующие свет в электрический ток. Благодаря фотоэлементам «немое» кино стало звуковым. При помощи фотоэлементов осуществляют фототелеграфирование, автоматизируют производственные процессы, производят сложнейшие измерения. На третьем советском искусственном спутнике Земли для питания радиоаппаратуры были установлены солнечные батареи. Это — тоже разновидность фотоэлементов.

ОТКРЫТИЕ ФОТОЭФФЕКТА

Профессор физики Московского университета Александр Григорьевич Столетов в 1888 г. сделал такой опыт. Он расположил неподалеку друг от друга металлический диск и тонкую металлическую сетку, укрепленные на стеклянных ножках (рис. 318). Диск был соединен с отрицательным, а сетка — с положительным полюсами батареи. Между сеткой и батареей А. Г. Столетов включил гальванометр, на подвижной рамке которого вместо стрелки было укреплено круглое зеркальце. Против гальванометра находился фонарик, а под ним — полоска бумаги с делениями — шкала. Пучок света от фонарика падал на зеркальце гальванометра, а отраженный от него «зайчик» падал на шкалу. Даже самый незначительный ток, появляющийся в гальванометре, поворачивал зеркальце, заставляя световой «зайчик» бежать по делениям шкалы.

На некотором расстоянии от диска и сетки был установлен дуговой фонарь, свет которого, пронизывая сетку, освещал диск. Пока шторка дугового фонаря была закрыта, световой «зайчик» покоился на нуле шкалы. Стоило шторку приоткрыть, «зайчик» тотчас перемещался по шкале, указывая на наличие тока в казалось бы разорванной цепи. Столетов, таким образом, установил, что свет «рождает» электрический ток.

Это явление мы теперь именуем фотоэлектрическим эффектом (от греческого слова «фото» — свет и латинского слова «эффект» — действие).

Столетов экспериментальным путем доказал, что некоторые материалы под действием света, как катод радиолампы при нагреве, могут испускать электроны. В его опытах свет выбивал из металлического диска «рой» электронов, которые притягивались положительно заряженной сеткой, образуя в цепи электрический ток. В данном случае его называют фототоком.

В установке Столетова использовались два электрода, подобные электродам двухэлектродной лампы: диск — катод и сетка — анод. Когда диск освещали, в цепи возникал электрический ток, потому что в пространстве между электродами возникал поток электронов, выбитых светом из диска — катода.

Установка А. Г. Столетова, о которой мы рассказали, была первым в мире фотоэлементом. Величина фототока такого прибора зависела от свойств металла, из которых был сделан его катод, напряжения батареи и природы света, освещающего катод.

СОВРЕМЕННЫЕ ФОТОЭЛЕМЕНТЫ С ВНЕШНИМ ФОТОЭФФЕКТОМ

Катоды современных фотоэлементов делают из полупроводников. При этом образование свободных электронов, способных вылетать из катодов, идет во много раз интенсивнее, чем при использовании катодов из металлов. Конструкций фотоэлементов существует много. Расскажем о фотоэлементе типа ЦГ-3 (рис. 319,*а*). Его применяют в узкопленочных кинопередвижках.

Фотоэлемент ЦГ-3 — это небольшая шарообразная стеклянная колба с двумя металлическими цилиндриками — выводами электродов. На внутреннюю поверхность колбы нанесен тончайший слой серебра (так называемая подкладка), а поверх него слой цезия (буква

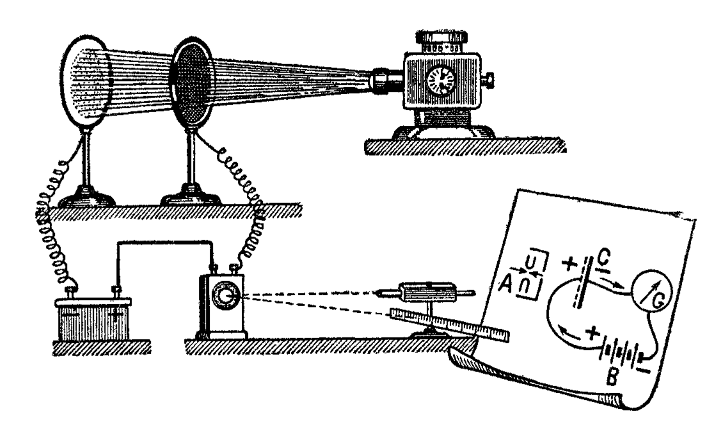


Рис. 318. Схема опыта А. Г. Столетова. Справа — рисунок из его сочинения.

А — камера с дугой Петрова; *В* — батарея; *С* — два плоскопараллельных диска; *G* — гальванометр.

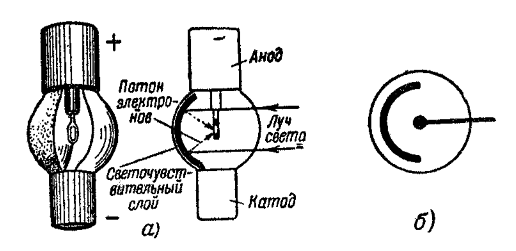


Рис. 319. Фотоэлемент.
а — газонаполненный фотоэлемент типа ЦГ-3; б — изображение фотоэлемента на схемах.

Ц в наименовании типа фотоэлемента). Это— катод. Он соединен с цилиндриком меньшего диаметра, обозначенным знаком минус. В центре колбочки на стерженьке укреплено металлическое кольцо. Это — анод. Он соединен с цилиндриком большего диаметра, который имеет знак плюс. При помощи выводов к фотоэлементу подключается источник постоянного тока напряжением 100—250 *в*.

Колбочка фотоэлемента наполнена газом гелием (буква Г в его наименовании). Благодаря наличию газа можно получить больший фототок. Объясняется это тем, что электроны, летящие от катода к аноду, сталкиваются по пути с атомами газа и выбивают из них новые электроны, которые также летят к аноду. Остатки атомов — положительные ионы — летят к катоду. В результате число электронов, летящих к аноду, получается большим.

Схема включения фотоэлемента показана на рис. 320. Здесь *Ф* — фотоэлемент, *R* — его нагрузочное сопротивление, *Б* — батарея (или выпрямитель), питающая цепь, в которую включен фотоэлемент.

Величина тока в цепи с фотоэлементом ЦГ-3 при сильной освещенности катода и напряжении на аноде 250 *в* не превышает 200 *мка*. Но она почти в 200 раз больше тока при полном затемнении фотоэлемента. Если перекрывать пучок света, направленный на фотоэлемент, величина фототока будет изменяться скачками примерно от 1 до 200 *мка*.

Если же освещенность фотоэлемента изменять со звуковой частотой, то в телефонных трубках, включенных вместо нагрузочного сопротивления *R*, будет слышен звук.

Сравнительно небольшое переменное на-

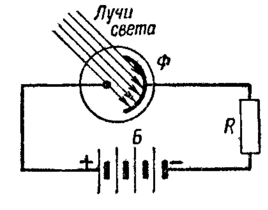


Рис. 320. Схема включения фотоэлемента.

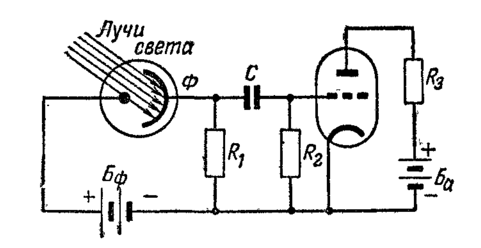


Рис. 321. Схема, поясняющая принцип усиления фототоков.

пряжение, создающееся при этом на нагрузочном сопротивлении *R*, можно усилить при помощи электронных ламп или полупроводниковых триодов. Если усилителем служит радиолампа, то напряжение с нагрузочного сопротивления фотоэлемента нужно подать на ее управляющую сетку, как показано на рис. 321. Конденсатор *C* пропускает в цепь сетки лампы переменную составляющую, но задерживает постоянную составляющую цепи фотоэлемента. R_2 — сопротивление утечки сетки, R_3 — сопротивление анодной цепи усилительной лампы. При изменении освещенности фотоэлемента в анодной цепи лампы возникают более сильные импульсы тока, чем в цепи самого фотоэлемента.

Если в анодную цепь лампы вместо сопротивления *R* включить электромагнитное реле, то получится фотореле.

Электромагнитное реле (рис. 322) состоит из электромагнита, около сердечника которого укреплен якорь с замыкающими контактами и пружинкой, оттягивающей якорь от сердечника электромагнита. Когда якорь не притянут к сердечнику, контакты реле разомкнуты.

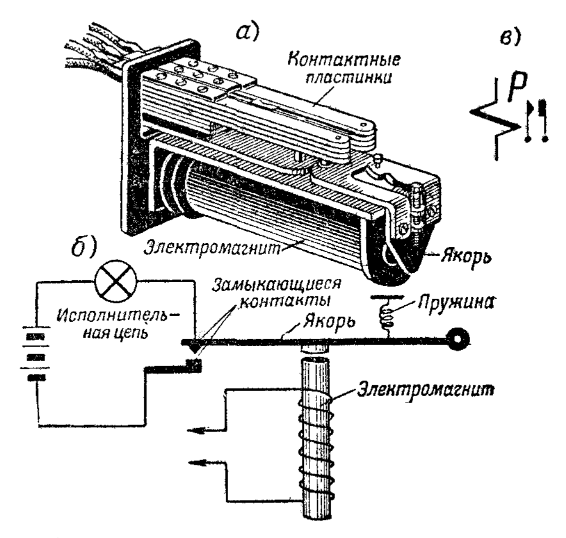


Рис. 322 Электромагнитное реле телефонного типа.
а — общий вид; б — упрощенное устройство; в — изображение на схемах.

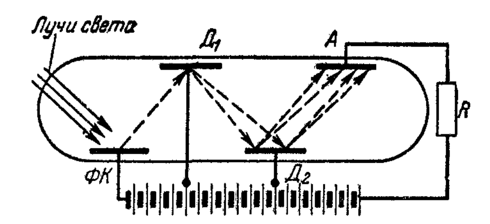


Рис. 323. Схема фотоэлектронного умножителя.

К контактам реле может быть подключена «исполнительная» цепь, состоящая из источника тока и какого-либо прибора, например электролампочки. При достаточной величине тока в обмотке электромагнита его сердечник притягивает якорь, а контакты якоря замыкают исполнительную цепь — лампочка загорится. Если ток в обмотке реле сильно уменьшится, якорь под действием пружины отойдет от сердечника и разомкнет исполнительную цепь. Исполнительная цепь будет размыкаться всякий раз, как только перестанет свет падать на фотоэлемент. Можно сделать и так, что исполнительная цепь будет замыкаться при прекращении действия света. Для этого нужно, чтобы контакты реле были замкнуты при ненамагниченном сердечнике и размыкались при прохождении тока через обмотку.

С помощью фотореле можно светом включать и выключать любой прибор, станок, осуществлять автоматическое управление механизмами на расстоянии.

Фотоэлемент — родоначальник фотоэлектронного умножителя. Этот прибор, помимо фотокатода и анода, имеет несколько дополнительных пластин-электродов, расположенных в удлиненном стеклянном баллоне (рис. 323). Пластины-электроды $Д_1$ и $Д_2$ называются динодами. Они имеют различные положительные напряжения по отношению к фотокатоду *ФК*. Электроны, вылетевшие под действием света с поверхности фотокатода, под влиянием положительного напряжения ближайшего к нему динода $Д_1$ летят к нему и, ударяясь о его поверхность, выбивают из него вторичные электроны. Динод $Д_2$ имеет более высокое положительное напряжение, чем $Д_1$, поэтому вторичные электроны устремляются к диноду $Д_2$, и каждый из них выбивает с поверхности этого динода опять по нескольку электронов. В итоге на анод *А*, имеющий еще более высокое положительное напряжение, попадает во много раз больше электронов, чем на первый динод. Фотоэлектронный умножитель помог ученым измерить яркость далеких звезд, а также сделать ряд открытий в области ядерной физики.

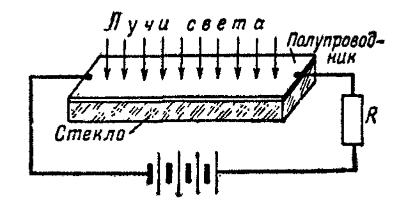


Рис. 324. Фотосопротивление.

Если световой поток, падающий на фотокатод умножителя, изменяется со звуковой частотой, на его нагрузочном сопротивлении *R* получится значительно бóльшая переменная составляющая напряжения, чем на нагрузочном сопротивлении обычного фотоэлемента.

Эти и подобные им фотоэлементы относятся к группе приборов с внешним фотоэффектом. Называют их так потому, что электроны под действием света вылетают из их катодов в окружающее пространство.

ФОТОСОПРОТИВЛЕНИЯ И ФОТОЭЛЕМЕНТЫ С ЗАПОРНЫМ СЛОЕМ

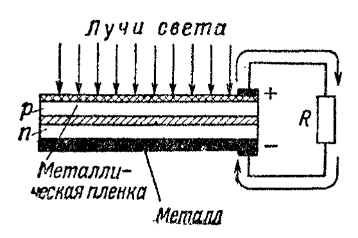
Существуют еще фотоэлементы с внутренним фотоэффектом. Это—фотосопротивления и фотоэлементы с запорным слоем.

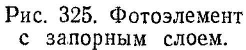
Фотосопротивление представляет собой тонкий слой полупроводника, нанесенный на стеклянную или кварцевую пластинку (рис. 324). Полупроводниковый слой с двух сторон имеет контакты для включения его в электрическую цепь.

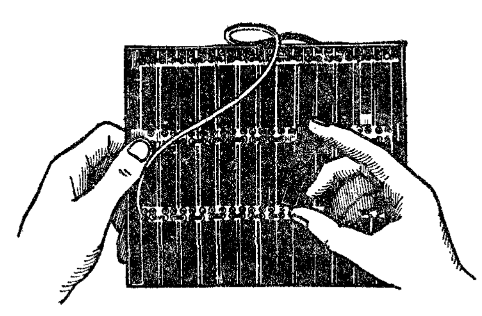
Электропроводность слоя полупроводника изменяется в зависимости от его освещенности. Чем сильнее он освещен, тем меньше его сопротивление и, следовательно, тем больше ток, который через него проходит. Таким образом, этот прибор под действием света, падающего на него, также может автоматически включать и выключать различные механизмы.

Устройство фотоэлемента с запорным слоем напоминает устройство плоскостного полупроводникового диода. На пластинку из кремния с электронной проводимостью наплавлен тонкий слой бора (рис. 325). Проникая в кремний, атомы бора создают на его поверхности зону, обладающую дырочной электропроводностью. Между ними получается электронно-дырочный переход. Снизу на слой *n* нанесен сравнительно толстый контактный слой металла. Поверхность слоя *p* покрыта тончайшей, почти прозрачной пленкой металла, являющейся контактом этого слоя.

Пока фотоэлемент не подвергается световому облучению, запорный слой препятствует взаимному обмену электронов и дырок меж-




Рис. 325. Фотоэлемент с запорным слоем.


Рис. 326. Фотобатарея.

ду слоями *p* и *n*. При облучении свет проникает сквозь прозрачную пленку в слой *p* и выбивает из него электроны. Освобожденные электроны переходят в слой *n* и там нейтрализируют дырки. В результате верхний электрод заряжается положительно, а нижний — отрицательно. Если к этим электродам присоединить сопротивление, то через него потечет постоянный ток. Следовательно, фотоэлемент с запорным слоем является прибором, в котором световая энергия превращается прямо в электрическую.

Ты, вероятно, видел, а может быть и сам имеешь фотоэкспонометр для определения выдержки при фотосъемке. Важнейшей частью этого прибора является кремниевый фотоэлемент. К нему подключен чувствительный гальванометр, по отклонению стрелки которого и определяют степень освещенности снимаемого предмета.

Фотоэлемент с запорным слоем, имеющий поверхность 1 *см*², при прямом солнечном освещении дает напряжение около 0,5 *в* и ток 20—25 *ма*. Но фотоэлементы, как и гальванические элементы, можно соединять в батарею, чтобы получить большее напряжение и ток. Внешний вид такой батареи показан на рис. 326. Примерно так устроены солнечные батареи, установленные на советском искусственном спутнике Земли.

Перспективы применения фотоэлементов с запорным слоем очень заманчивы. В жарких районах от фотобатарей с большими площадями можно будет получать огромные количества электроэнергии. Можно делать крыши домов из таких элементов. Днем они будут заряжать аккумуляторы, а по вечерам можно будет пользоваться накопленной электроэнергией для освещения.

ПРИМЕНЕНИЯ ФОТОЭЛЕМЕНТОВ

Фотоэлементы и фотореле можно увидеть на многих заводах и фабриках, в научно-исследовательских институтах и лабораториях, в зрелищных и культурно-просветительных учреждениях, на транспорте. С каждым годом они находят себе все большее применение.

На рис. 327 показаны некоторые применения фотоэлементов и фотореле. Вверху слева ты видишь заводской транспортер, при помощи которого шестерни переправляют на склад готовых изделий. Для счета шестерен с одной стороны транспортера установлено фотореле, а с другой — осветитель. Всякий раз, когда шестерня перекрывает пучок света, якорь фотореле приводит в действие «собачку», и она поворачивает храповичок счетчика. В типографиях фотореле считают пачки газет и книг, на кондитерских фабриках — пачки печенья, коробки шоколада, баночки с леденцами.

На некоторых заводах при помощи фотоэлемента контролируют качество шлифовки изделий. Такого «браковщика» ты видишь в правом верхнем углу рисунка. Осветитель установлен так, что пучок света падает на поверхность изделия и отражается на фотоэлемент. Хорошо отшлифованная поверхность отбросит на фотоэлемент больше света, чем плохо отшлифованная. В первом случае величина фототока будет больше, чем во втором. Это отмечает прибор-браковщик. Он может «дать команду» механизму, который «снимет» бракованную деталь с транспортера.

Посмотри на следующий рисунок. Перед гаражом установлены фотореле и осветитель. Как только к воротам гаража подъезжает автомобиль, он пересекает пучок света. Фотореле, фиксируя появление автомобиля, даст «команду» исполнительному механизму, открывающему ворота гаража. Проехав ворота, автомобиль пересекает пучок света другого фотореле, а оно дает «команду» механизму, закрывающему ворота.

На бумагоделательных машинах необходимо контролировать целость и толщину бумажной полосы. И здесь роль контролера может выполнять фотоэлемент (рисунок внизу, слева). В момент обрыва бумаги свет попадает на фотореле, и оно остановит машину или подаст сигнал мастеру.

Имеются приборы, автоматически включающие и выключающие уличные фонари, бакены на реках и каналах, освещение в цехах заводов. Один из таких приборов ты видишь внизу справа. Фотоэлемент соединен с реле, включающим и выключающим освещение. Вечером, когда освещенность падает

до определенного предела, фототок уменьшается и реле включает лампы освещения. Утром, когда становится светло, реле выключает их.

Фотореле могут сигнализировать о возникновении пожара в помещении, где нет людей, и включать противопожарные средства. Их устанавливают перед мощными механическими молотами. При пересечении пучка света рукой движение молота прекращается. Фотореле останавливают быстроходные токарные станки, когда резец снимает чрезмерно большую или малую стружку. Они регулируют уровни жидкостей в котлах и сосудах, определяют прозрачность воды, дыма в трубе. Фотореле широко применяются на автоматических и полуавтоматических станках. Их ставят там, где надо облегчить труд человека, сделать его более производительным.

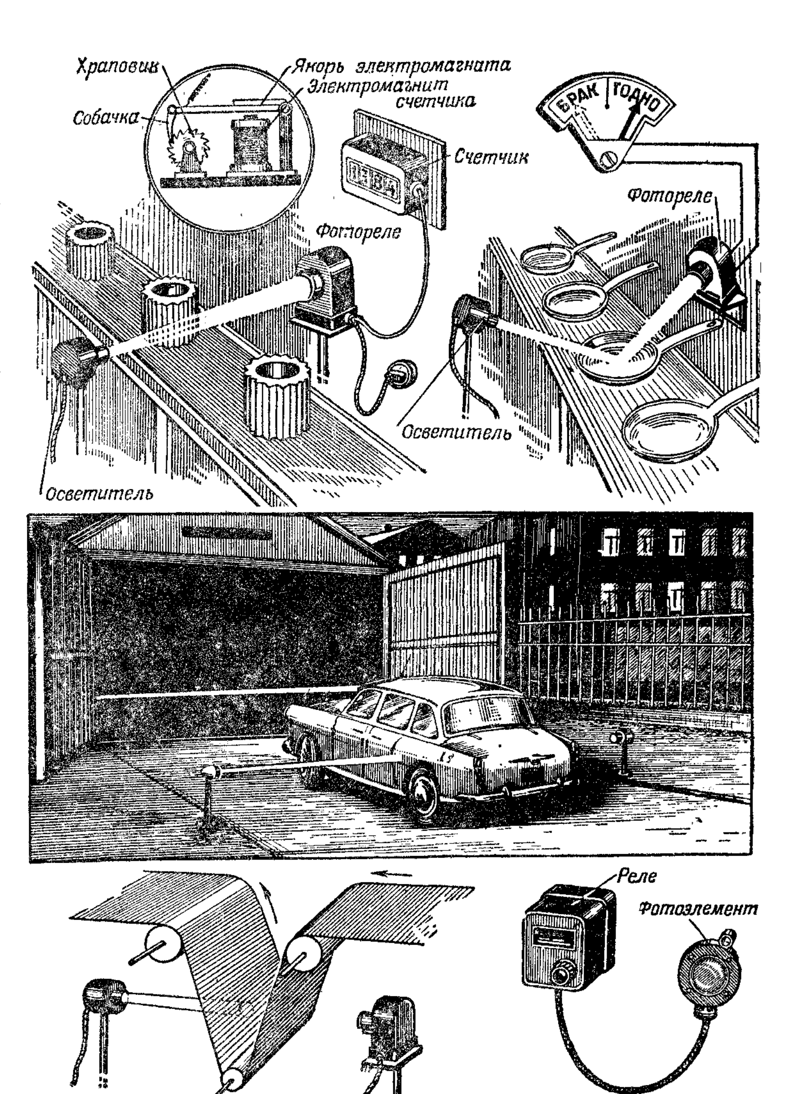


Рис. 327. Некоторые применения фотореле.

САМОДЕЛЬНОЕ ФОТОРЕЛЕ

Практическая схема самодельного фотореле показана на рис. 328. В него входят: фотоэлемент ЦГ-3, радиолампа $Л_1$ типа 6П1П (или 6П6С), включенная триодом, электромагнитное реле *Р* с сопротивлением обмотки 4—8 *ком*, сопротивление *R* величиной 5—20 *Мом*, силовой трансформатор *Тр*, электролитический конденсатор *С* емкостью 10 *мкф*, предохранитель *Пр* на ток 1 *а* и выключатель *Вк* любого типа. Обмотка *I* трансформатора рассчитана на напряжение сети 110, 127 и 220 *в*. Обмотка *II* должна давать напряжение 6,3 *в*, а обмотка *III*—250—275 *в*. Обмотка *IV* служит для питания лампочки $Л_2$ осветителя, в качестве которой лучше всего использовать 6- или 12-вольтовую лампочку автомобильного типа; обмотка эта должна давать напряжение, необходимое для питания выбранной лампочки. Эту обмотку можно использовать и для питания исполнительной цепи, если в ней должна загораться лампочка, включаться моторчик или какой-либо другой прибор, рассчитанный на небольшое напряжение.

Лампа 6П1П работает как усилитель фототока. В ее анодную цепь входят обмотка *I* трансформатора и обмотка реле. Если фотоэлемент не освещен, то при положительных полупериодах на верхнем конце обмотки *I*,

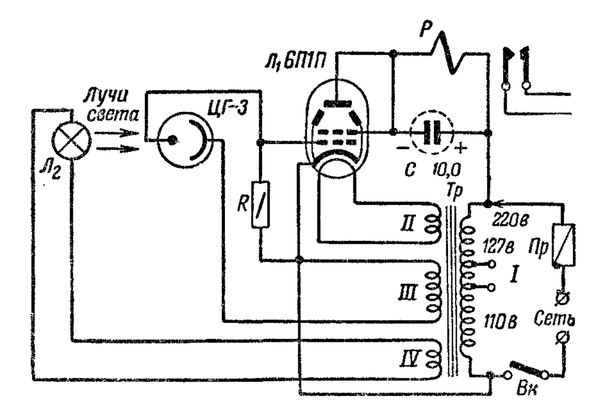


Рис. 328. Принципиальная схема самодельного фотореле с питанием от сети переменного тока.

а значит и на аноде лампы, в этой цепи проходят импульсы тока, которые заряжают конденсатор *C*, подключенный параллельно обмотке реле. При отрицательных полупериодах на аноде лампы конденсатор *C* разряжается через обмотку реле. Следовательно, ток через обмотку реле не прекращается.

В цепь фотоэлемента входят: обмотка *III* трансформатора и сопротивление *R*. Когда фотоэлемент освещен, то при положительных полупериодах на его аноде в этой цепи идет фототок. Этот ток создает на сопротивлении *R* сравнительно большое напряжение. Оно с отрицательным знаком поступает на сетку лампы 6П1П и запирает ее, т. е. анодный ток в ее цепи прекращается. В это время якорь реле *P* не притягивается к сердечнику. Когда же фотоэлемент не освещен и в его цепи тока нет, нет напряжения и на сопротивлении *R*. В этом случае отрицательного напряжения на сетке лампы нет, ее анодный ток резко возрастает и контакты реле замыкают исполнительную цепь.

Очень важно, чтобы обмотка *III* трансформатора была включена так, чтобы в те моменты, когда на аноде лампы положительное напряжение, на аноде фотоэлемента также было бы положительное напряжение. В противном случае фотореле не будет работать. Правильное включение обмотки легко подобрать путем переключения ее выводов во время регулирования фотореле.

Сделать самому электромагнитное реле — дело трудное. Поэтому используй готовое реле телефонного типа (рис. 322). Реле этого типа имеют по нескольку контактных пластинок, которые по желанию можно включить в схему так, чтобы они замыкали цепь при притянутом или при отпущенном якоре. Реле имеют винты, при помощи которых можно изменять силу притяжения якоря, регулируя таким образом чувствительность фотореле.

Для питания фотореле и осветителя подойдет любой силовой трансформатор. Фотоэлемент ЦГ-3 можно купить в магазине, торгующем деталями для киноустановок. Можно приобрести фотоэлементы и других типов, например ЦГ-1, ЦГ-4, используемые в стационарных киноустановках.

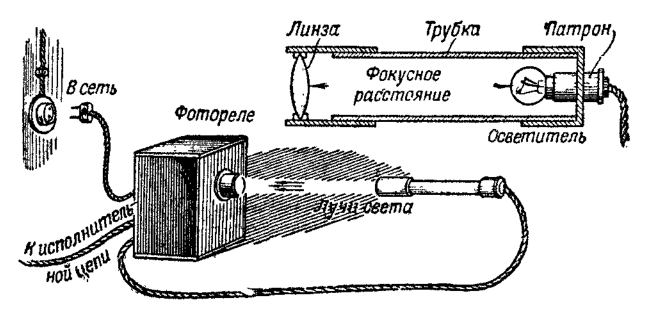


Рис. 329. Примерная конструкция фотореле и осветителя.

Конструкция фотореле может быть любой. Важно, чтобы она была компактной и обязательно заключена в прочный ящичек без щелей. В стенке ящичка против фотоэлемента сделай отверстие, а по краям его приклей картонный тубус для прохода пучка света, направленного от осветителя.

Осветитель сделай из металлической или картонной трубки длиной 115—220 *мм* и диаметром 28—30 *мм*. Внутри трубки на одном конце укрепи лампочку, а на другом — собирательную линзу (увеличительное, например очковое, стекло) с фокусным расстоянием 110—120 *мм*. Взаимное положение линзы и лампочки в осветителе подбери опытным путем так, чтобы лучи света выходили из осветителя узким пучком. Такого положения нетрудно добиться, если линзу укрепить в дополнительной трубке, которая надевается на трубку осветителя. Примерные конструкции фотореле и осветителя показаны на рис. 329.

Готовое фотореле налаживай так. Замкни накоротко проволочкой держатели фотоэлемента и включи трансформатор. Если после прогрева лампы якорь реле не притягивается, значит обмотка *III* трансформатора включена правильно. Если же якорь притянется, поменяй местами концы этой обмотки. После этого удали проволочку, замыкающую держатели фотоэлемента. Если фотоэлемент не освещен, контакты реле должны замкнуться.

Теперь направь на фотоэлемент луч от осветителя и проверь четкость срабатывания реле при перекрытии света (посторонний свет не должен попадать на фотоэлемент). Четкости срабатывания реле добивайся изменением натяжения пружинки, оттягивающей его якорь, и подбором величины сопротивления *R*. Всякий раз при пересечении света реле должно срабатывать, замыкая (или размыкая) контакты исполнительной цепи. Наиболее четко фотореле будет работать в том случае, если осветитель дает узкий и яркий пучок света, направленный точно на фотоэлемент. Фотореле можно установить при входе в школу, чтобы оно включало светящуюся надпись: «Добро пожаловать». Можно установить его перед стенной газетой, чтобы автоматически включалось освещение, когда к ней подходят ребята. Фотореле с большим успехом можно демонстрировать на вечерах, посвящённых технике. Оно является полезным учебно-наглядным пособием для физического кабинета школы.

Беседа тридцать вторая

ФОТОТЕЛЕГРАФИЯ

Читая свежий номер центральной газеты, мы иногда видим снимок, сделанный вчера где-то на Дальнем Востоке. Как этот снимок так быстро попал в редакцию газеты? На этот вопрос отвечает подпись под снимком: «передано по фототелеграфу».

Фототелеграфия — это передача по проводам или по радио неподвижных изображений: фотографических снимков, писем, рисунков, чертежей, различных документов.

КАРТИНКА ИЗ ТОЧЕК

Ты, конечно, хорошо знаешь детскую игру — кубики с наклеенными на их стороны кусочками разрезанной картинки. Каждый такой кусочек в отдельности не дает полного представления о картинке. Картинка получится только тогда, когда кубики будут сложены в определенном порядке.

Картинку можно разрезать на очень большое число кусочков, а затем, сложив их в определенном порядке, снова получить картинку. Кусочки картинки могут быть столь мелкими, что будут выглядеть точками с окраской различной плотности. Но все же из этих светлых, темных и черных точек, являющихся элементами изображения, опять-таки можно составить целую картинку.

Посмотри на любой снимок в газете. Даже без увеличительного стекла видно, что он состоит из точек разной величины. Это виден так называемый растр — сетка, которая во время фотографирования изображения в цинкографии помещается перед фотографической пластинкой. Один из таких снимков, увеличенных в несколько раз, показан на рис. 330. Вблизи он кажется беспорядочным нагромождением белых и черных пятен. Отодвинь его подальше, и все эти пятна сольются в единое, четкое изображение.

Любое изображение можно представить себе состоящим из множества отдельных, но расположенных в строгом порядке точек—световых элементов.

Тот или иной предмет мы видим только тогда, когда он светится сам или освещен каким-либо внешним источником света. Белые или светлые точки предмета отражают лучи света лучше, чем серые или темные. Черные же точки предмета не отражают лучи света, а поглощают их. Отраженные от предмета лучи попадают на сетчатку глаза и раздражают ее, что мы воспринимаем как изображение предмета.

СНИМОК ПЕРЕДАН ПО ФОТОТЕЛЕГРАФУ

Изображение предмета или картинку можно разделить на множество очень узких горизонтальных или вертикальных полосок—строк равной ширины. Тогда каждая строка будет представлять собой узкую дорожку, состоящую из темных и светлых пятен. Если узким пучком света, равным по ширине строке, облучать последовательно одну за другой строки изображения, подобно тому, как, читая книгу, мы пробегаем глазами ее строки, а отраженные лучи света направить на фотоэлемент, то они будут преобразованы в электрический ток. Лучи света, отраженные светлыми участками изображения, создадут фототоки большей величины, чем отраженные темными участками. Мы получим ряд электрических импульсов-сигналов, следующих друг за другом в порядке расположения элементов изображения в строках.

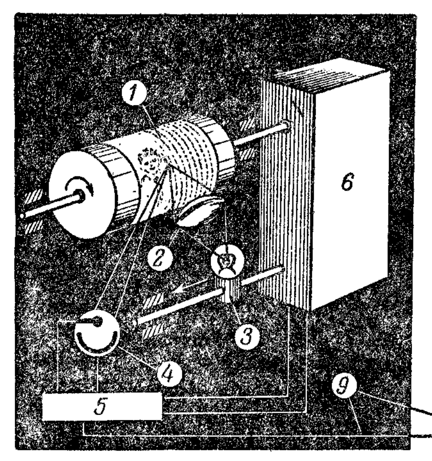
Эти сигналы, представляющие электрические колебания, несложно передать по проводам или по радио. На приемном пункте они будут преобразованы в отдельные светящиеся точки различной яркости и снова расположены в том же порядке, в каком они находились на передаваемом изображении.

На передающей фототелеграфной станции фотоснимок, рисунок, чертеж или документ, который надо передать, укрепляют на круглом барабане (см. левую часть рис. 331). Во время передачи барабан вращается с постоянной скоростью. Вдоль оси барабана, также



Рис. 330. Увеличенный отпечаток с растрового клише.

Передающее устройство *Приемное устройство*



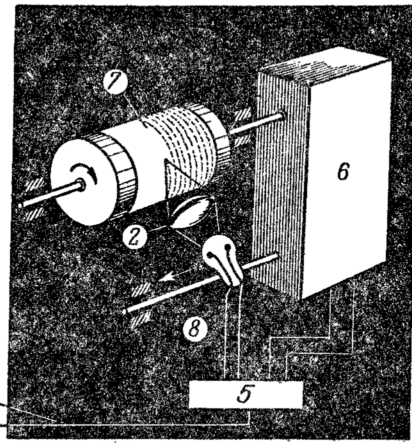


Рис. 331. Схема передачи и приема изображений.

1 — передаваемое изображение; *2* — линзы; *3* — осветитель; *4* — фотоэлемент; *5* — усилители; *6* — синхронизирующие и фазирующие устройства; *7* — фотобумага; *8* — газосветная лампа.

с постоянной скоростью, медленно перемещается электрическая лампочка. Лучи света собираются линзой в узкий пучок и направляются на барабан. На снимке образуется очень маленькое, но яркое световое пятнышко величиной с типографскую точку. Разумеется, что посторонний свет на снимок не попадает.

Поскольку барабан вращается, а осветительная лампочка с линзой перемещается вдоль барабана, световое пятнышко последовательно освещает все участки снимка, подобно тому как резец токарного станка проходит по поверхности цилиндрической детали.

Световой «зайчик», отраженный от поверхности снимка, попадает на фотоэлемент и преобразуется им в электрический ток. Интенсивность света, падающего на фотоэлемент, зависит от того, каким участком снимка он отражен. В зависимости от этого изменяется и величина тока фотоэлемента; светлые участки снимка создают большой фототок, серые — меньший, а черные — еще меньший. Возникшие при этом в цепи фотоэлемента электрические колебания усиливают и передают по проводной линии связи или модулируют ими колебания высокой частоты, если снимок передается по радио.

На приемной фототелеграфной станции (см. правую часть рис. 331) имеется точно такой же, как на передающей станции, медленно вращающийся барабан. На нем укреплен лист фотобумаги. Вдоль барабана перемещается газосветная лампочка, лучи которой фокусируются и направляются на фотобумагу, прикрепленную к барабану.

Газосветная лампочка включена на выход усилителя сигналов, получаемых от передающей станции. Поэтому светится она с переменной силой—мигает в такт с изменениями приходящих сигналов. Световое пятнышко при этом описывает на листе фотобумаги спиральную линию, которая постепенно проходит по всей ее поверхности. Таким образом, электрические колебания, посланные передающей станцией, преобразуются в световые сигналы, создавая на фотобумаге скрытое фотографическое изображение. Остается только проявить и закрепить фотобумагу, чтобы получить копию переданного изображения.

Практически запись изображения на фотобумаге на приемной фототелеграфной станции осуществляется несколько иначе. Лампа горит с постоянной яркостью, а создаваемый ею пучок света проходит через специальное устройство — модулятор, «прозрачность» которого изменяется в такт с колебаниями силы принятых сигналов: при сильных сигналах, соответствующих светлым участкам передаваемого изображения, «прозрачность» модулятора уменьшается и свет на фотобумагу совсем не попадает, а при слабых сигналах, соответствующих темным или черным участкам передаваемого изображения, «прозрачность» модулятора увеличивается, световое пятнышко становится ярким и сильнее «засвечивает» фотобумагу.

Осветители передающего и приемного аппаратов на самом деле не движутся вдоль барабанов, а стоят на месте; при помощи оптических устройств перемещается только световой «зайчик».

В передающем устройстве, кроме того, пучок света, падающий на изображение, наложенное на барабан, перекрывается примерно таким же обтюратором, как в киноаппарате, 1 300—1 700 раз в секунду; ток, пульсирующий с такой частотой, проще усиливать.

Чтобы принятое изображение не было искажено, необходима точная согласованность в работе механизмов, вращающих барабаны и смещающих световые «зайчики» передающего и приемного аппаратов. Эти механизмы должны работать синхронно и синфаз-

но. Это значит, что световые пятнышки обоих аппаратов должны с одинаковой скоростью скользить по поверхности барабанов и за один оборот барабанов смещаться точно на длину, равную диаметру светового пятнышка. Такая согласованность обеспечивается специальными сигналами синхронизации, посылаемыми передающей станцией вместе с сигналами изображения.

Аппарат, установленный на фототелеграфе, является одновременно и передающим и приемным. Переход с передачи на прием осуществляется переключателем. Внешний вид одного из фототелеграфных аппаратов показан на рис. 332.

Фототелеграфия в нашей стране стала одним из важнейших средств связи. Во многих городах на телеграфе ты можешь видеть объявление о приеме «фототелеграмм». Сюда можно принести фотоснимок, рисунок, чертеж, письмо, а через несколько минут в другом городе будет готовая точная фотографическая копия этого послания.

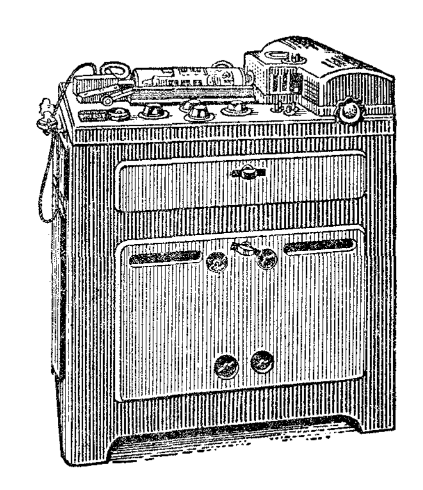


Рис. 332. Фототелеграфный аппарат.



Беседа тридцать третья

ТЕЛЕВИДЕНИЕ

Во многих квартирах и клубах больших городов и районов, прилегающих к этим городам, по вечерам вспыхивают экраны телевизоров. Появляется изображение диктора...

«...Здравствуйте, товарищи! Начинаем наши передачи. Сегодня вы увидите...». И миллионы людей, сидя у телевизоров, смотрят кинофильмы, спектакли, спортивные состязания, слушают концерты, оперы.

Телевидение — передача движущихся изображений на расстояние — одно из замечательнейших достижений радиотехники. Оно стало возможным благодаря трудам многих русских ученых и инженеров и в первую очередь изобретателя радио А. С. Попова и создателя фотоэлемента А. Г. Столетова.

ТЕЛЕВИЗИОННОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ

Техника телевидения многое заимствовала у кинотехники. Кинокартина состоит из отдельных, следующих друг за другом кадров — снимков, сделанных через небольшие промежутки времени. При киносъемке движущийся предмет фотографируют 24 раза в секунду. Таким образом, каждый отдельный кадр — это фотоснимок, изображающий предмет в одной из стадий его движения. Полнометражная кинокартина длительностью 70—80 *мин* состоит более чем из 100 000 таких неподвижных изображений.

При демонстрации кинокартины все эти кадры в той же последовательности и при той же скорости, с какой они снимались, проектируются на экран. А чтобы смена кадров была незаметной, на это время свет кинопроектора перекрывается обтюратором. Перед зрителем неподвижные картинки «оживают» — движутся люди, качаются деревья, стремительно проносятся поезда и автомобили.

Происходит такое «оживление» картинок потому, что наши глаза сохраняют виденное изображение в течение некоторого времени после того, как оно исчезло. Это явление можно проиллюстрировать на таких знакомых тебе примерах. Если в темноте быстро вращать по кругу тлеющую спичку или фонарик, то ты увидишь светящееся кольцо. Вспышка молнии длится малую долю секунды. Однако при ее свете мы успеваем рассмотреть даже самые

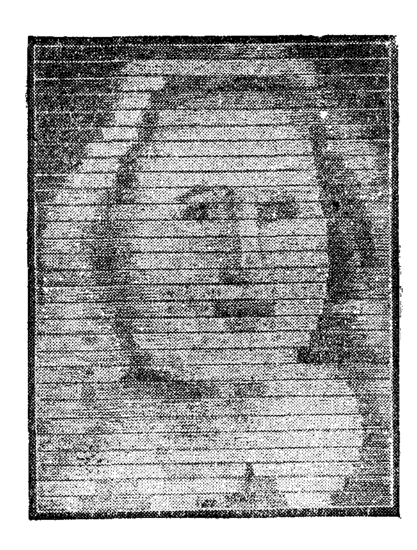




Рис. 333. Телевизионные изображения различной четкости.

мелкие детали местности, так как глаза сохраняют «в памяти» исчезнувшее изображение. Это свойство глаз называют **инерционностью** зрения.

Во время демонстрации фильма кадры сменяются настолько быстро, что каждое последующее изображение появляется в то время, пока еще не исчезло из памяти предыдущее.

Телевизионное изображение также представляет собой чередующиеся кадры — изображения различных стадий движения диктора, актера или какого-либо предмета. Но каждый кадр передается и воспроизводится телевизионным приемником не целиком, как в кино, а по частям — по строкам и световым элементам, подобно тому как это происходит в фототелеграфии. При этом каждый кадр разбивается на несколько сотен горизонтальных строк. Если бы световой пучок от газосветной лампы или светового модулятора приемного фототелеграфного аппарата мы направили не на фотобумагу, а на экран и смогли бы заставить световой «зайчик» скользить по экрану с такой скоростью, чтобы за 1 *сек* он успевал много раз пробегать по всем строкам изображения, то мы получили бы слитное изображение. Но механизмы фототелеграфных аппаратов из-за своей «неповоротливости» не могут работать с такими большими скоростями. Для разложения передаваемого изображения на кадры, строки и световые элементы и воспроизведения этого изображения в телевизионном приемнике применяют безынерционные механизмы — **электронно-лучевые трубки**.

Четкость телевизионного изображения зависит от числа строк, на которое расчленяется передаваемое изображение. Чем больше это число, тем отчетливее изображение, тем выше качество телевизионной передачи.

На рис. 333 приведены три телевизионных изображения, переданных с различным числом строк. Левое изображение передавалось с разложением на 30 строк, среднее — на 60 строк, правое — на 120 строк. По этому рисунку можно судить о том, как с увеличением числа строк возрастает четкость телевизионного изображения. Телевизионные станции Советского Союза ведут передачу с разложением изображения на 625 строк, что соответствует примерно 500 тысячам световых элементов.

ПРИЕМНАЯ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВАЯ ТРУБКА

В современных приемниках телевидения (телевизорах) изображение получается на экранах электронно-лучевых трубок, которые называют также кинескопами.

Вести прием изображений при помощи такой трубки предложил профессор Петербургского технологического института Борис Львович Розинг еще в 1907 г., а в 1911 г. он построил модель приемника, на котором впервые в мире изображение было «нарисовано» электронным лучом.

Устройство электронно-лучевой трубки показано на рис. 334. Она представляет собой стеклянный баллон, внутри которого воздух сильно разрежен. Экраном, на котором получают изображение, является плоская широкая часть трубки. С внутренней стороны эта часть трубки покрыта тонким слоем **люминофора** — полупрозрачного вещества, светящегося под ударами электронов.

На конце узкой части трубки имеется цо-

коль со штырьками, через которые подаются напряжения на электроды трубки. Катод трубки подобен катоду электронной лампы. Он окружен металлическим колпачком с небольшим отверстием посредине, через которое вылетают излучаемые катодом электроны. Этот колпачок носит название **управляющего** электрода. Неподалеку от катода находится первый анод, имеющий форму полого цилиндра. Внутри него имеется несколько дисков с отверстиями по середине (диафрагм), сквозь которые проходит электронный пучок. На этот анод подается положительное напряжение, под действием которого электроны, излучаемые катодом, получают ускорение.

За первым анодом помещен второй. Его часто выполняют в виде проводящего покрытия, нанесенного на внутреннюю поверхность цилиндрической части баллона. На него подается еще более высокое положительное напряжение, чем на первый анод. Электроны, пролетая его, приобретают еще большую скорость полета и устремляются к экрану.

Напряжения на электродах трубки подбираются так, что между ними образуется электрическое поле, обладающее свойством собирать электроны в узкий пучок — луч. В месте падения электронного луча на экран трубки все электроны сходятся в одну точку подобно тому, как собираются солнечные лучи, прошедшие через двояковыпуклую линзу.

От ударов электронов вещество экрана светится — на нем появляется светлая точка. Она тем ярче, чем больше электронов в луче и чем больше их скорость. Всю систему, состоящую из катода, управляющего электрода и анодов, называют электронным прожектором.

Управляющий электрод электронно-лучевой трубки играет такую же роль, как управляющая сетка электронной лампы. На него подается напряжение принятых телевизионных сигналов, которое изменяет интенсивность электронного луча и, следовательно, яркость светящейся точки на экране.

Между анодами и экраном трубки имеются еще четыре пластины, носящие название отклоняющих. Они образуют два плоских конденсатора, электрические поля которых расположены перпендикулярно друг другу. Подавая напряжение на горизонтальные пластины, можно отклонить электронный луч вверх или вниз и светящуюся точку на экране также вверх или вниз. Это — пластины вертикального отклонения луча.

Вертикально расположенные пластины образуют конденсатор, при помощи которого электронный луч и светящуюся точку на экране можно перемещать в горизонтальном на-

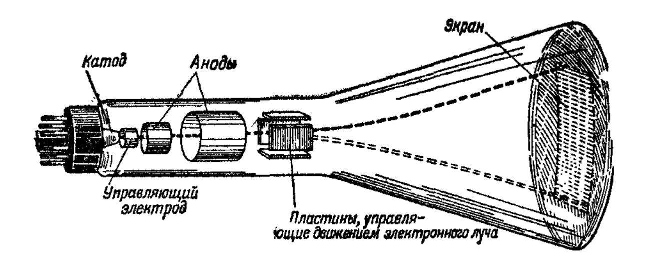


Рис. 334. Устройство приемной электронно-лучевой трубки.

правлении: вправо или влево. Это — пластины горизонтального отклонения луча.

Почему же происходит отклонение луча? Поясним действие отклоняющих пластин рис. 335. На нем в виде пластин конденсатора изображены пластины вертикального отклонения. Пока на пластинах нет напряжения (рис. 335,*а*), электронный луч идет прямолинейно и попадает в центр экрана, создавая на нем светящуюся точку. Если к пластинам подвести постоянное напряжение, между ними возникнет электрическое поле (рис. 335,*б*). Электронный луч при этом отталкивается отрицательно заряженной пластиной и притягивается положительно заряженной. От этого луч отклонится в сторону положительно заряженной пластины и светящаяся точка на экране переместится вверх. Отклонение луча будет тем больше, чем больше разность потенциалов на пластинах. Если заряды на пластинах поменять местами (рис. 335,*в*), луч отклонится в другую сторону и светящаяся точка переместится по экрану вниз.

А что получится, если на пластины подать не постоянное, а переменное напряжение? В этом случае электронный луч будет непрерывно прочерчивать экран снизу вверх и сверху вниз — на экране появится узкая вертикальная светящаяся полоска. Исчезнет переменное напряжение на пластинах, и светящаяся полоска снова превратится в точку, расположенную в центре экрана.

Точно так же воздействует на электронный луч и напряжение на вертикальных пластинах с той лишь разницей, что оно отклоняет электронный луч в горизонтальном направлении (вправо и влево).

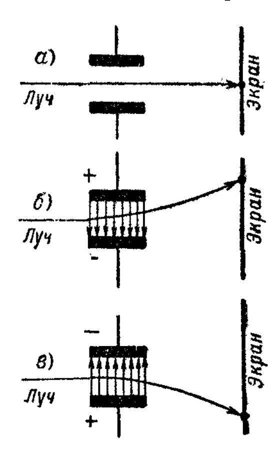


Рис. 335. Отклонение электронного луча.

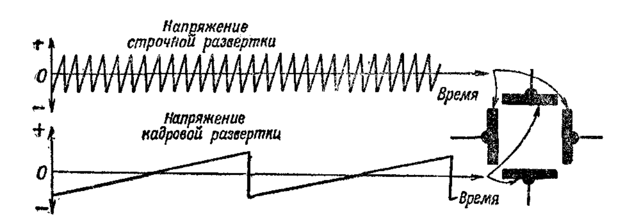


Рис. 336. Пилообразные напряжения, подаваемые на отклоняющие пластины электронно-лучевой трубки.

При приеме телевизионного изображения электронный луч быстро прочерчивает экран трубки построчно сверху вниз, как мы читаем страницу книги. Прочертив слева направо первую (верхнюю) строку, он должен быстро возвратиться налево, но немного ниже первой строки и прочертить вторую строку, затем точно так же третью, четвертую строки и т. д. Когда электронный луч прочертит последнюю, нижнюю строку, на экране будет закончен первый кадр. После этого луч вновь начнет прочерчивать первую строку, за ней вторую, третью и т. д., но уже следующего кадра.

Чтобы луч чертил на экране строго прямолинейные строки, на обе пары отклоняющих пластин нужно подать от двух генераторов напряжения разной частоты, изменяющиеся по кривым, имеющим пилообразную форму (рис. 336). От обычного переменного напряжения пилообразное отличается тем, что его величина падает значительно быстрее, чем возрастает, причем эти изменения происходят не по кривым, а по прямым линиям. К пластинам горизонтального отклонения луча нужно подать напряжение, частота которого равна произведению числа строк кадра на число кадров. Это — напряжение строчной развертки. На пластины же вертикального отклонения луча нужно подать напряжение, частота которого равна частоте смены кадров в секунду. Это — напряжение кадровой развертки. При четкости изображения 625 строк и частоте смены кадров 25 раз в секунду электронный луч за $^1/_{25}$ *сек* должен успеть прочертить на экране трубки 625 поперечных строк и только 1 раз за это время сделать движение снизу вверх. Для этого генератор строчной развертки должен за 1 *сек* давать 15 625 пилообразных колебаний, а генератор кадровой развертки — только 25. Прочерчивая с такой огромной скоростью экран, электронный луч заставляет его светиться, создавая основу — растр телевизионного изображения.

Заметим, что в современных телевизионных приемниках применяется несколько иной способ развертки — так называемая чересстрочная развертка, позволяющая получить более четкое изображение. Суть такой развертки заключается в том, что луч прочерчивает строки не в порядке очередности их расположения, а через строку. За время передачи одного кадра он пробегает сначала по четным строкам, а потом по нечетным.

Если интенсивность электронного луча не изменяется, на экране трубки виден только светлый растр, образуемый строками. Но на луч воздействует также напряжение управляющего электрода трубки, потому что на него подаются сигналы изображения. От действия этих сигналов управляющий электрод изменяет интенсивность электронного луча. Вследствие этого отдельные точки каждой строки будут светиться с различной яркостью. Все эти точки на экране сливаются в одно изображение.

В некоторых электронно-лучевых трубках, применяемых в современных телевизионных приемниках, отклонение луча осуществляется несколько иначе. На горловину такой трубки надеты две пары катушек. Через одну пару катушек пропускают пилообразный ток с частотой кадров, а через другую — с частотой строк. Магнитное поле первой пары катушек строго перпендикулярно магнитному полю второй пары катушек. Эти магнитные поля, отклоняя электронный луч в двух взаимноперпендикулярных направлениях, и создают развертку изображения на экране.

«ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ГЛАЗ»

Для превращения движущегося изображения в электрические сигналы в телевизионных студиях (так называются помещения, откуда ведутся телепередачи) тоже применяют электронно-лучевые трубки, но несколько другой конструкции. Их называют так же иконоскопами (от слова икона — в смысле «изображение»).

По принципу действия передающая электронно-лучевая трубка до некоторой степени напоминает наш глаз. Поэтому, прежде чем рассказывать об устройстве такой трубки, познакомимся с устройством глаза.

Глаз человека представляет собой «яблоко», состоящее из нескольких оболочек (рис. 337). Плотная белая наружная оболочка является защитой глаза. Передняя ее часть, называемая роговой оболочкой, прозрачна. Под ней — радужная оболочка. В ней имеется отверстие — зрачок. За зрачком находится хрусталик, напоминающий двояковыпуклую линзу. При помощи хрусталика уменьшенное

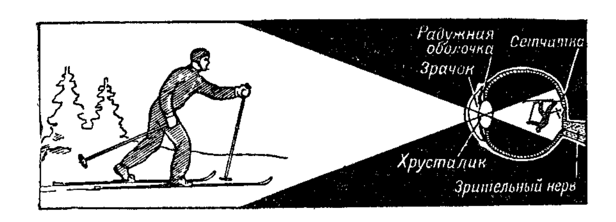


Рис. 337. Так видит глаз.

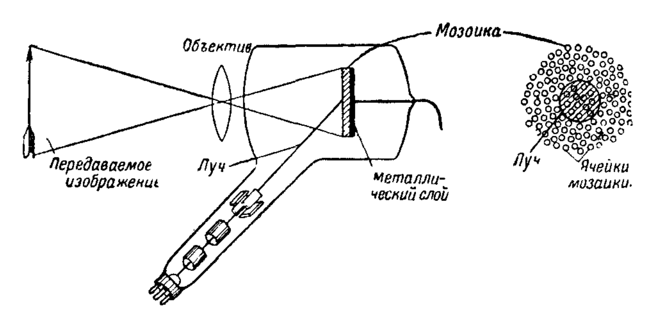


Рис. 338. Устройство передающей электронно-лучевой трубки.

изображение рассматриваемого предмета отбрасывается, как в фотоаппарате, на внутреннюю поверхность дна глаза — сетчатку. Сетчатка состоит из мельчайших разветвлений зрительного нерва, окончания которых чувствительны к свету. Раздражение нервных окончаний сетчатки, вызванное изображением на ней, передается по зрительному нерву к головному мозгу.

Устройство передающей электронно-лучевой трубки показано на рис. 338. Как и в приемной трубке, в ней имеется «электронный прожектор», но без управляющего электрода. Поэтому интенсивность электронного луча в передающей трубке не изменяется.

Внутри широкой части трубки находится слюдяная пластинка. Одна ее сторона, обращенная к электронному лучу, покрыта множеством мельчайших, изолированных друг от друга крупинок светочувствительного вещества. Это — так называемая мозаика. Другая сторона слюды покрыта слоем металла.

Мозаика подобна светочувствительной сетчатке глаза. Каждая ее крупинка представляет собой чрезвычайно маленький катод фотоэлемента. Она и металлический слой образуют миниатюрный конденсатор, диэлектриком которого является слюда (рис. 339).

Передаваемое изображение при помощи объектива, как в фотоаппарате, проектируется на мозаику. Свет выбивает из крупинок мозаики электроны. При этом каждая крупинка, потерявшая электроны, приобретает положительный заряд. Крупинки сильно освещенных участков заряжаются сильнее, чем крупинки слабо освещенных участков. В результате на мозаике создается невидимое «электрическое изображение», состоящее из множества положительных зарядов.

Электронный луч в иконоскопе, так же как и в кинескопе, отклоняется вправо и влево, вверх и вниз напряжениями пилообразной формы, поданными на две пары пластин. При этом луч прочерчивает «электрическое изображение» на мозаике; так же как и в приемниках телевидения, здесь применена чересстрочная развертка. Попадая на положительно заряженные крупинки мозаики, луч «отдает» им часть своих электронов. Это вызывает мгновенные разряды миниатюрных конденсаторов, образуемых крупинками мозаики, и на нагрузочном сопротивлении, включенном в цепь металлического слоя трубки, возникают импульсы тока. Сильно освещенные участки мозаики вызывают сильные импульсы тока, а слабо освещенные — слабые импульсы. Как только луч покидает крупинку, она под воздействием света вновь начинает накапливать положительный заряд.

Таким образом, пробегая строку за строкой по «электрическому изображению», электронный луч как бы собирает в строгой последовательности положительные заряды крупинок мозаики, а движение этих зарядов через наружное сопротивление создает сигналы изображения (видеосигналы). Эти сигналы усиливают и подают на телевизионный передатчик.

Советские ученые и инженеры разработали высокочувствительные иконоскопы, позволяющие вести передачи не только из студий, но и из театров, со стадионов.

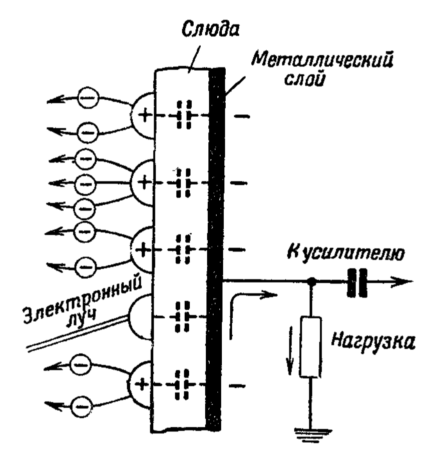


Рис. 339. Действие света и электронного луча на мозаику трубки.

ТЕЛЕВИЗИОННОЕ ВЕЩАНИЕ

Телевизионный приемник — телевизор по своей схеме и конструкции гораздо сложнее самого сложного радиовещательного приемника. Станция, передающая телевизионные программы, еще сложнее. Поэтому рассказывать о технике передачи телевидения мы будем по блок-схеме, изображенной на рис. 340. Слева на этой схеме ты видишь основные устройства телевизионного центра, справа — основные узлы телевизионного приемника.

Передающая телевизионная камера внешне похожа на киносъемочный аппарат. Она установлена на платформе с колесиками, так что ее по ходу передачи можно передвигать. На платформе стоит оператор. Вращая рукоятки, он управляет камерой — поднимает ее или опускает, поворачивает в ту или иную сторону.

На передней стенке камеры — объективы. Быстро переставив объективы, оператор может изменить размер изображения на мозаике: дать, например, передаваемую сцену «общим планом», а затем дать «крупным планом» только лицо одного актера. Внутри камеры находятся иконоскоп, генераторы напряжений кадровой и строчной разверток, усилители.

В студии телевидения одновременно работает несколько передающих камер. Все они направлены на ту сцену, которая передается. Режиссер, ведущий передачу, сидит в специальной кабине, из которой ему видно все, что происходит в студии. Перед ним несколько кинескопов, на экранах которых видны изображения, получающиеся во всех передающих камерах. Пользуясь переключателями на пульте управления, он может включить на ультракоротковолновый передатчик телецентра то одну, то другую камеру.

Вместе с усиленными сигналами изображения от иконоскопа на передатчик одновременно подаются электрические импульсы с частотой кадров и частотой строк. Их называют синхронизирующими импульсами.

Следовательно, колебания ультравысокой частоты, излучаемые антенной телевизионного передатчика, модулируются сигналами изображения и синхронизирующими импульсами двух неизменных частот, без которых невозможен прием изображения.

Для чего нужно передавать синхронизирующие импульсы?

Они нужны для того, чтобы электронные лучи в передающей и приемных электронно-лучевых трубках двигались строго согласованно или, как говорят, синхронно (так же, как нужно синхронное вращение передающего и приемного барабанов при передаче фототелеграмм).

Без такого согласования изображения на экранах телевизоров не получится.

Импульсы частоты кадров и частоты строк с помощью специальной схемы выделяются в телевизоре из принятого сигнала после его детектирования, а затем разделяются между собой и подаются на соответствующие генераторы развертки изображения. Благодаря этому пилообразные колебания, вырабатываемые этими генераторами, имеют строго такие

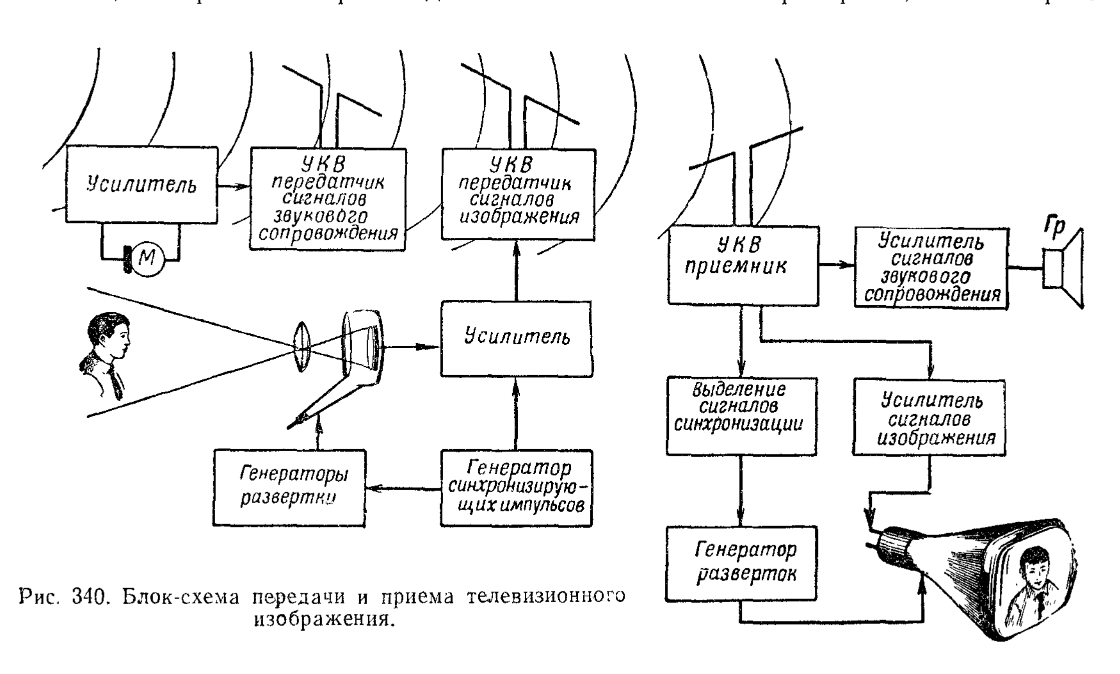


Рис. 340. Блок-схема передачи и приема телевизионного изображения.

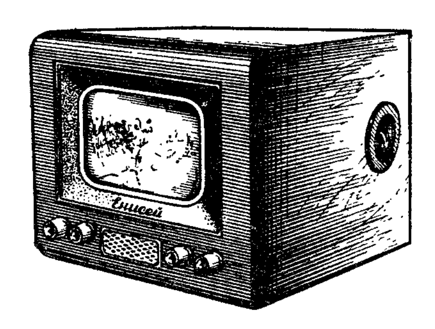


Рис. 341. Телевизор «Енисей».

же частоты, как и генераторы частоты кадров и частоты строк, работающие с передающими телевизионными трубками. Звуковое сопровождение телевизионной передачи ведется через другой ультракоротковолновый передатчик, работающий на частоте, близкой к частоте передатчика изображения.

Телевизионный приемник имеет одну антенну. В простейшем виде она представляет собой два симметрично расположенных горизонтальных проводника, укрепленных на одной стойке. Длина каждого проводника составляет около $^1/_4$ длины волны. Такую антенну называют симметричным диполем. Сигналы обоих передатчиков телецентра, уловленные антенной, поступают в приемник. Здесь от сигналов изображения и синхронизации до их детектирования отделяются сигналы звукового сопровождения. После преобразования последних в колебания низкой частоты они усиливаются обычным способом и заставляют звучать громкоговорители. Сигналы изображения после усиления и детектирования поступают на управляющий электрод кинескопа и на его экране воспроизводится передаваемое изображение.

Так в общих чертах осуществляется передача телевидения.

Конструкций телевизионных приемников много. Это, как правило, супергетеродины. В некоторых из них работает до 20—30 радиоламп. Один из таких телевизоров — телевизор «Енисей» — показан на рис. 341. Размер его экрана 180×260 *мм.*

Радиолюбители собирают более простые телевизоры, с меньшим количеством ламп. Но изготовить и наладить даже такой приемник — дело довольно сложное, требующее большого опыта и применения специальной измерительной аппаратуры. В телевизорах устаревших типов, где применены электронно-лучевые трубки с маленьким экраном, для увеличения изображения часто применяют приставные увеличительные линзы.

Разработаны телевизоры с экранами площадью в несколько квадратных метров. В этих телевизорах полученное на экране трубки изображение при помощи объектива проектируется на экран, как в кино. Такие установки предназначены для клубов, домов культуры.

В ближайшем будущем во многих крупных городах будет работать по две, а то и по три станции телевидения. Поэтому современные телевизоры заводского изготовления рассчитаны на прием нескольких телевизионных программ. Переключение с одной программы на другую осуществляется поворотом ручки переключателя. Кроме того, многие современные телевизоры дают возможность вести прием и радиовещательных станций, работающих на ультракоротких волнах. При этом приемная трубка, а также лампы, усиливающие сигналы изображения и генерирующие пилообразные колебания для развертки, выключаются и остаются в работе только те лампы, которые нужны для приема звукового сопровождения.

В некоторые телевизоры вмонтированы радиовещательные приемники, работающие на длинных, средних и коротких волнах.

Заканчивается разработка аппаратуры для передачи и приема цветного телевидения.

ЦВЕТНОЕ ТЕЛЕВИДЕНИЕ

Чтобы разобраться в сущности цветного телевидения, нам еще раз придется вернуться к устройству глаза, рассказать, как и почему мы различаем цвета.

Сделаем такой опыт. Возьмем трехгранную стеклянную призму и поставим перед ней непрозрачную пластинку с узкой щелью, направленной на солнце; на матовом стекле позади призмы мы увидим спектр — полоску, состоящую из всех цветов радуги (рис. 342). Призма разложила белый свет солнца на составляющие его цветные лучи. В спектре отчетливо видны красная, оранжевая, желтая, зеленая, голубая, синяя и фиолетовая полоски, переходящие постепенно одна в другую. Внимательно всмотревшись в эти полоски, мы увидим, что они имеют десятки самых разнообразных оттенков.

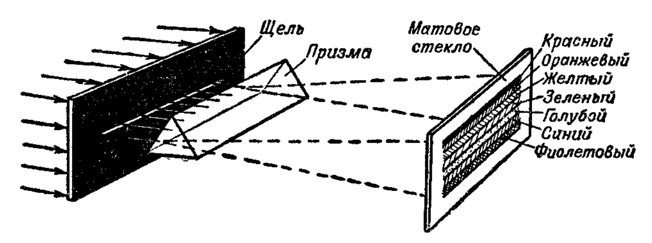


Рис. 342. Призма разлагает белый свет на цветной спектр.

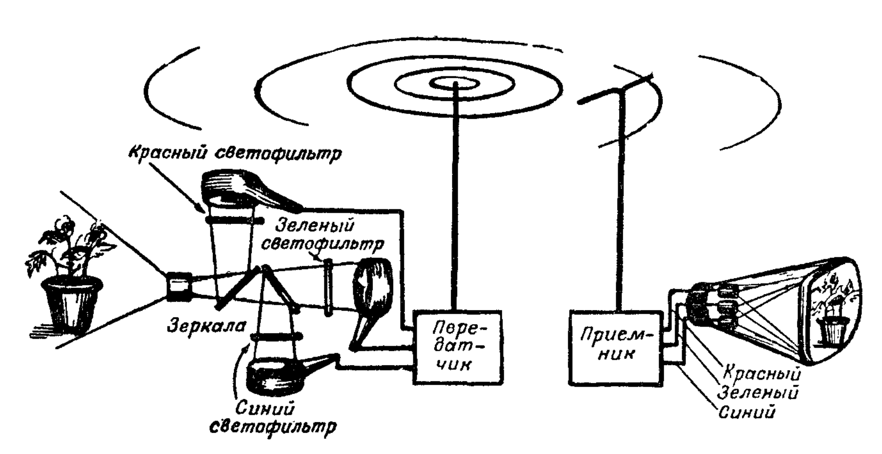


Рис. 343. Схема передачи и приема цветного телевидения.

Если между призмой и матовым стеклом поставить еще одну призму, то на матовом стекле мы увидим белую полоску. Вторая призма собрала лучи всех цветов и оттенков в один узкий пучок белого света. Этот опыт показывает, что белый свет состоит из разноцветных лучей.

Из всех цветов, входящих в белый свет, красный, синий и зеленый цвета называют основными цветами, так как все другие цвета являются комбинациями этих трех цветов. Например, при смешивании красных и зеленых лучей получаются желтые лучи, при смешивании синих и зеленых лучей — голубые лучи, при смешивании красных и синих — пурпурные. Все эти цвета называются дополнительными.

Все окружающие нас тела и предметы поразному отражают и поглощают лучи солнца и других источников света, дающих «белые» лучи. Одни хорошо отражают входящие в них красные лучи и поглощают все остальные, другие отражают синие лучи и поглощают остальные, третьи поглощают красные и синие лучи и отражают зеленые.

Окончания зрительного нерва, образующие сетчатку глаза, обладают неодинаковой чувствительностью к различным цветам. Любой, даже самый крошечный участок сетчатки глаза имеет такие нервные окончания. Если на сетчатку глаза попадают лучи красного цвета, то возбуждаются окончания нерва, чувствительные к красному цвету. Синие лучи возбуждают окончания, чувствительные к синему цвету, а зеленые лучи — к окончаниям, чувствительным к зеленому цвету.

Если же на сетчатку глаза попадают голубые лучи, они действуют на окончания зрительного нерва, чувствительные к синим и зеленым лучам.

В нашем сознании они смешиваются, создавая ощущение голубого цвета. Точно так же мы воспринимаем и все другие дополнительные цвета. Когда на сетчатку глаза одновременно действуют лучи всех основных цветов, они раздражают соответствующие им цветочувствительные нервные окончания сетчатки глаза, и мы воспринимаем их как белый свет. Деление световых лучей, отражаемых предметами, на три основных цвета с последующим смешиванием их в приемнике положено и в основу цветного телевидения. Принцип действия одной из систем цветного телевидения поясняет рис. 343. Перед объективом передающей телевизионной камеры находится букет цветов. В камере на пути лучей света имеются полупрозрачные зеркала, которые разделяют лучи, прошедшие через объектив, между тремя передающими трубками. Перед одной трубкой стоит красный, перед второй — зеленый и перед третьей — синий светофильтр.

Светофильтры пропускают к трубкам только лучи своего цвета и поглощают все остальные. Происходит разделение световых лучей на три основных цвета: красный, зеленый и синий. Трубки раздельно преобразуют падающие на них лучи в электрические колебания, которыми модулируются высокочастотные колебания передатчика. Антенна передатчика излучает сигналы, несущие раздельно три основных цвета изображения.

В телевизионном приемнике сигналы, соответствующие трем цветам, разделяются, независимо друг от друга усиливаются и подаются к трем электронным прожекторам специальной электронно-лучевой приемной трубки. Электронные лучи этих прожекторов «прочерчивают» экран так же, как в обычном телевизоре, принимающем «черно-белое» изображение.

Экран приемной трубки по своему устройству напоминает цветочувствительную сетчатку глаза — он покрыт тремя видами зерен люминофора, светящимися при электронной бомбардировке красным, зеленым и синим цветами.

Поэтому любая точка экрана электронно-лучевой трубки под действием падающих на нее электронов может светиться красным, зе-

леным и синим светом. Но трубка устроена так, что зерна каждого вида светятся только при действии на них электронов, излучаемых лишь тем прожектором, на который поступает сигнал, соответствующий данному цвету.

Три основных цвета смешиваются между собой в различных точках экрана в соответствующей пропорции и образуют на нем цветное изображение.

В Москве уже ведутся опытные передачи цветного телевидения. Это значит, что теперь не за горами время, когда мы, советские люди, сидя дома, сможем любоваться чудесными пейзажами нашей природы, видеть разнообразие красок праздничных парадов, спортивных соревнований, декораций и костюмов, передаваемых по телевидению спектаклей, смотреть цветные кинофильмы.

«ДАЛЬНОВИДЕНИЕ»

Передача телевизионных изображений с высокой четкостью возможна только на ультракоротких волнах. Но эти волны, как ты знаешь, распространяются прямолинейно, сильно поглощаются землей и различными наземными предметами. Поэтому расстояние, на котором можно бесперебойно принимать телевизионные передачи, зависит от высоты антенны телецентра и от высоты приемной антенны. Правда, некоторым нашим радиолюбителям удается иногда видеть передачи иностранных телецентров, а зарубежные любители иногда смотрят передачи наших телецентров. Но такое «дальновидение» — явление сравнительно редкое. Случаи такого приема бывают тогда, когда в ионосфере возникают необычные условия для распространения УКВ. Причины этого не всегда ясны. Уверенный, регулярный прием телевизионных передач возможен, как правило, в пределах до 70—100 *км* от телецентра, да и то если приемная антенна высоко поднята и точно направлена на телецентр.

Что значит «антенна направлена»? Самая простая телевизионная антенна вместе с опорой напоминает внешним видом букву Т. Она состоит из двух прямых металлических трубок, расположенных в одну линию, но не соединенных между собой. Общая длина обеих трубок равна примерно половине длины волны телепередатчика. К внутренним концам трубок присоединяется двухпроводный кабель, обычно коаксиальный, идущий к телевизору.

Такую антенну называют о д н о э л е м е н т н ы м с и м м е т р и ч н ы м в и б р а т о р о м или д и п о л е м. Она направлена на телецентр в том случае, когда радиоволны приходят точно под прямым углом к трубкам. В этом случае в приемной антенне возбуждаются наиболее сильные колебания высокой частоты. Если изменить положение приемной антенны по отношению к передатчику, сила принимаемых сигналов и четкость изображения ухудшатся. Антенны такого устройства применяют для телевизоров, находящихся относительно недалеко от телецентра, причем стараются поднимать их на такую высоту, откуда видна мачта антенны телепередатчика.

В 30—50 *км* от телевизионного центра, а также на более близких расстояниях от него, но в трудных условиях приема, например в лесу или в котловине, хороший прием можно получить только при использовании более сложных антенн.

Одну из таких антенн ты видишь на рис. 344. Это — т р е х э л е м е н т н а я антенна. Ее средний элемент, называемый активным вибратором, сделан из одной трубки, согнутой в петлю. Возникающие в ней высокочастотные колебания подаются по кабелю к приемнику. Два других элемента антенны, также сделанные из металлических трубок, не соединяются с активным вибратором, но оказывают большое влияние на улучшение приема. Трубка, расположенная в сторону телецентра по отношению к активному вибратору, называется д и р е к т о р о м. Ее длина меньше длины активного вибратора. Другая, более длинная трубка, находящаяся позади активного вибратора, называется р е ф л е к т о р о м. Благодаря наличию директора и рефлектора в активном вибраторе возбуждаются более сильные электрические колебания, чем в простой одноэлементной телевизионной антенне.

На расстояниях более 70—80 *км* от телецентра для дальнейшего улучшения приема пользуются антенной с тремя—пятью директ-

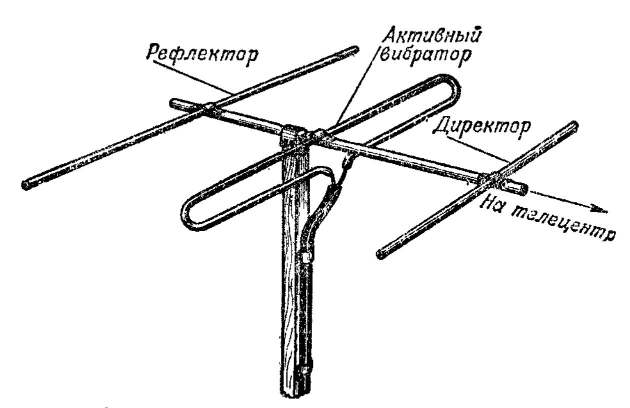


Рис. 344. Трехэлементная приемная телевизионная антенна.

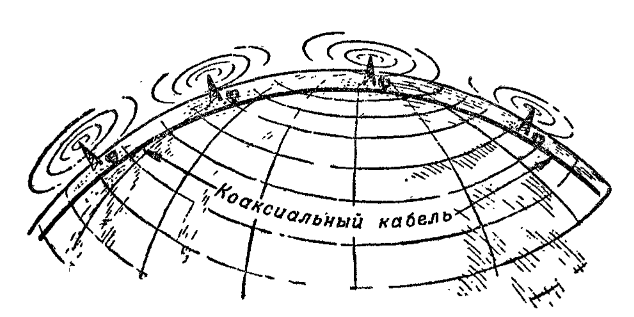


Рис. 345. Схема передачи телевизионных программ по междугородному коаксиальному кабелю.

торами. Иногда между антенной и телевизором включают усилитель, повышающий чувствительность телевизора. Применяя высокие многоэлементные антенны и антенные усилители, иногда удается получить прием телепередач на расстояниях до 150—200 *км*.

Применение сложных антенн и дополнительных усилителей является индивидуальным средством увеличения дальности приема. Каждый обладатель телевизора с учетом расстояния и местных условий экспериментирует с различными типами антенн, поднимает их выше и останавливается на том варианте, который дает наилучшие результаты.

Но есть и другие средства, позволяющие расширить дальность действия телецентра, сделав телепередачи достоянием широких кругов населения. Можно, например, поднять антенну передатчика так, чтобы кривизна поверхности земли не заслоняла от нее отдаленные антенны телевизоров. Жители многих городов и сел Азербайджана и Армении регулярно смотрят передачи Тбилисского телецентра на расстоянии сотен километров от него. Такая большая дальность достигнута тем, что 180-метровая башня с антенной Тбилисского телецентра установлена на вершине горы Мтацминда. Антенна расположена на «пьедестале» высотой около 900 *м* над уровнем моря.

Для передачи телевизионных программ на большие расстояния можно использовать специальные линии связи.

Представь себе, что между двумя отдаленными городами, в которых имеются телецентры, проложен коаксиальный кабель (рис. 345). Кабель проходит через другие большие города, где также есть телецентры. Все эти телецентры оказываются связанными кабелем. Каждый из них обслуживает своим передатчиком телезрителей, живущих в радиусе до 100 *км* от телецентра, и одновременно по кабельной линии может давать передачу в другие города. Остальные телецентры усилят принятую по кабелю программу и с помощью передатчиков покажут ее своим телезрителям. Вот и получается, что одну и ту же программу телевидения можно смотреть во многих городах и селах, расположенных вдоль трассы коаксиального кабеля. Именно таким путем телезрители Владимирской и Калининской областей стали смотреть московские передачи, а новгородские телезрители — ленинградские передачи.

Оборудование и эксплуатация такой кабельной линии очень сложны, так как через каждые несколько десятков километров вдоль линии должны быть установлены усилители.

Бóльшие возможности дают так называемые радиорелейные линии связи, не требующие дорогостоящего кабеля и больших работ по укладке его в землю. Первая радиорелейная линия, соединяющая Москву с Рязанью, начала действовать в 1956 г.

Ты, несомненно, хорошо знаешь, что такое бег с эстафетой, да и сам, может быть, принимал участие в этом увлекательном виде спортивных состязаний. Так вот, техника передачи телевизионных программ по радиорелейным линиям очень похожа на поэтапную передачу палочки в эстафетном беге.

Радиорелейная линия — это цепочка ретрансляторов — приемо-передающих радиостанций, по которой из города в город идет «телеэстафета» (рис. 346). Исходным пунктом является телецентр крупного промышленного и культурного центра, например Москвы. На его мачте кроме обычной телевизионной передающей антенны, служащей для обслуживания города и ближних районов, имеется еще антенна в виде рупора или вогнутого зеркала, обращенного в сторону первой приемо-передающей станции радиорелейной линии. Она узким пучком, как прожектор, излучает сантиметровые или дециметровые радиоволны, модулированные такими же сигналами, как и волны основной антенны. Сантиметровыми и дециметровыми волнами называют радиоволны, длина которых измеряется соответственно сантиметрами и дециметрами. Энергию сантиметровых и дециметровых волн легче излучать узким пучком, чем энергию волн метрового диапазона, на котором ведется телевещание. Первая приемо-передающая станция принимает сигналы телецентра, усиливает их и таким же узким пучком отправляет их второй станции, вторая третьей, третья четвертой и т. д., как в эстафете. В конечном пункте радиорелейной линии сигналы изображения и звукового сопровождения телевизионной программы подаются на модуляционное устрой-

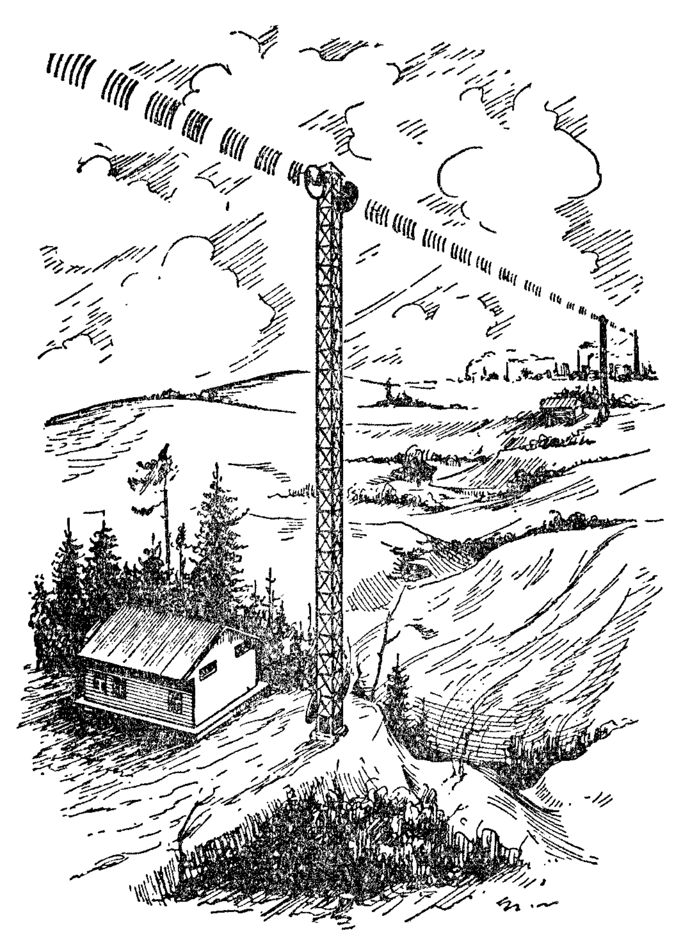


Рис. 346. Радиорелейная линия связи.

ство передатчика, работающего на метровых волнах и имеющего антенну с круговым излучением.

Такой же передатчик может быть установлен не только на конце радиорелейной линии, но и где-то на самой линии, и не один, а несколько, если трасса длинная. Так телевидение может стать доступным для всех, кто живет вблизи радиорелейной линии связи.



Рис. 347. Самолетная ретрансляционная телевизионная линия.

Что же представляет собой ретранслятор и как он работает? Это — автоматически действующая радиостанция. Принятые ею сигналы усиливаются и излучаются антенной передатчика на другой волне в направлении следующего ретранслятора.

Ретрансляторы располагают друг от друга на расстоянии 50—60 *км*. При этом их обычно строят на возвышенностях, чтобы никакие предметы не мешали прохождению волн по прямой, проведенной мысленно между вершинами мачт двух «соседних» станций. Если имеется возможность ставить ретрансляторы на вершинах гор, то на этих участках длина «этапов» трассы радиорелейной линии может достигать 200 *км*. Это снижает стоимость оборудования радиорелейной линии.

Во время шестого Всемирного фестиваля, проводившегося в Москве в 1957 г., была организована «подвесная» телевизионная ретрансляционная линия — самолетная (рис. 347). Примерно в 250 *км* от Москвы на высоте около 4 000 *м* летали самолеты с ретрансляционными станциями. Они принимали и передавали московские программы телевидения в сторону других наземных и самолетных ретрансляторов и телецентров, находящихся в 500—550 *км* от Москвы. Благодаря таким «воздушным» промежуточным звеньям телезрители Смоленска, Минска и Киева могли видеть грандиозные торжества фестиваля.

Беседа тридцать четвертая

РАДИОЛОКАЦИЯ

Радиолокация — средство обнаружения и определения местоположения различных объектов в воздухе, на воде, на земле при помощи радиоволн. Радиолокация основана на свойстве радиоволн отражаться от предметов, встречающихся на их пути. Это явление было открыто немецким ученым Г. Герцем. Отражение волн от больших объектов наблюдал изобретатель радио А. С. Попов в 1897 г. во время опытов по радиосвязи на Балтийском море. Бурное развитие радиолокации началось в период Великой Отечественной войны.

В чем сущность радиолокации?

ЭХО И РАДИОЭХО

Эхо — явление отражения звука. Его можно наблюдать в больших пустых аудиториях, залах, в лесу, в горах. Оно может быть использовано для определения расстояния до предмета, препятствия.

Ты отправился с товарищами в поход. На вашем пути ущелье, а за ним — почти отвесная скала (рис. 348). Можно ли, не сходя с места, определить расстояние до скалы? Можно! Для этого надо иметь только секундомер. Крикни громко и отрывисто. Через несколько секунд ты услышишь отголосок звука. Это — звуковое эхо. Короткая очередь звуковых волн, созданная тобой, долетела до скалы, отразилась от нее и вернулась обратно.

Пусть по секундомеру время, которое прошло с момента выкрика до момента прихода эха, оказалось равным 6 *сек*. Звуковые волны распространяются в воздухе со скоростью 340 *м/сек*. За 6 *сек* они прошли путь от тебя до скалы и обратно. Длина этого пути $340 \cdot 6 = 2\,040$ *м*. Значит, расстояние до скалы $2\,040 : 2 = 1\,020$ *м*.

Явление эха используется также для измерения глубин морей и океанов. Для этого существуют специальные аппараты — **эхолоты**. В днище корпуса судна укреплены излучатель мощных ультразвуковых волн, имеющий направленное действие, и приемное устройство этих волн (рис. 349). Излучатель включают на очень короткие промежутки времени. Возбужденная им короткая очередь волн ультразвуковой частоты пронизывает толщу воды и, отражаясь от дна моря, возвращается к приемному устройству. Скорость распространения ультразвуковых волн в воде известна, она равна 1 450 *м/сек* — почти в 5 раз больше, чем в воздухе. Если эту скорость, выраженную в метрах, умножить на длительность проме-

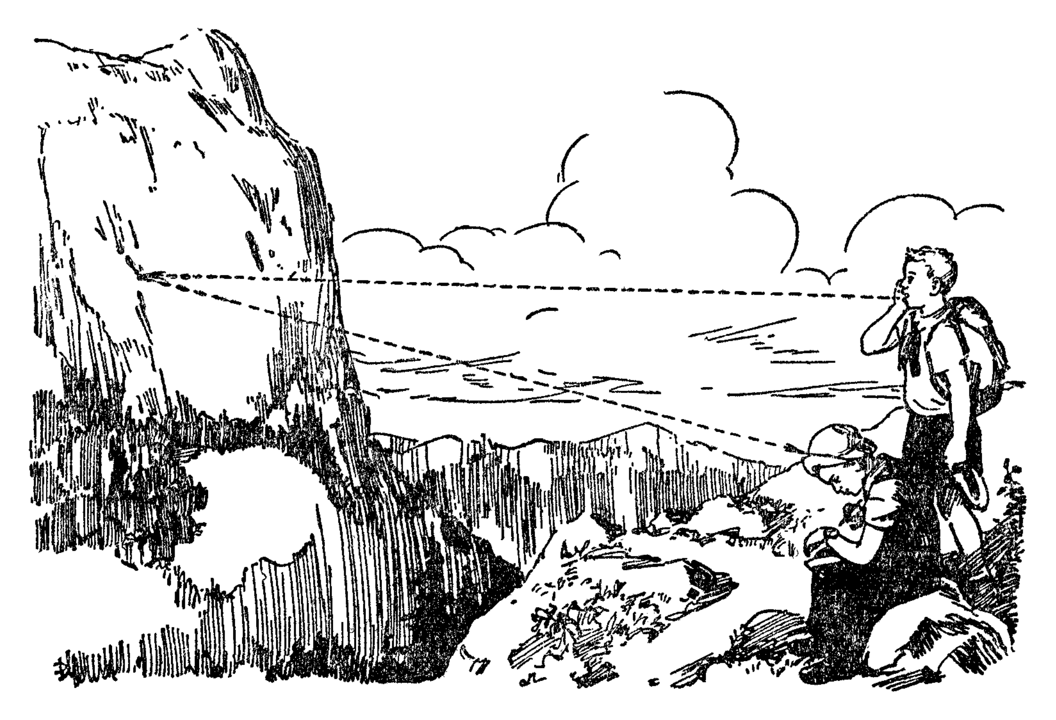


Рис. 348. Расстояние до скалы можно узнать, определив время прохождения звуковых волн.

жутка времени между моментами излучения и приема отраженного сигнала, а произведение разделить на 2, то результат и будет глубиной моря в метрах. Так, например, если эхолот зарегистрировал время прохождения сигнала 0,8 *сек*, то глубина моря в этом месте равна 580 *м*.

В природе есть живые существа, которые при своем движении пользуются явлением отражения волн. Это — летучие мыши. Летучую мышь можно пустить в совершенно темную комнату с веревочной паутиной и она, летая в комнате, ни разу не наткнется на веревку. Природа наградила летучую мышь чувствительным органом к ультразвуковым волнам, излучателем которых является она сама. Если на пути полета мыши имеется какой-то предмет, он отразит излучаемые ею волны, что явится для нее сигналом о препятствии — надо повернуть. Если чувствительный орган не улавливает отраженные волны, значит впереди препятствия нет — можно продолжать путь в том же направлении.

Радиоволны также отражаются и рассеиваются различными предметами в разные стороны. Отраженные радиоволны — это радиоэхо. Они могут быть уловлены радиоприемником. Зная скорость распространения и время прохождения радиоволн от их источника до отражающего предмета и обратно, нетрудно определить длину их пути. Это явление и лежит в основе радиолокации.

РАДИОЛОКАЦИОННАЯ СТАНЦИЯ

Всякая радиолокационная станция (радиолокатор) содержит радиопередатчик, радиоприемник, антенну и прибор для определения времени прохождения радиоволн до облучаемого объекта и обратно — так называемый индикатор дальности. Передатчик, работающий на постоянной частоте, излучает в пространство радиоволны. Если на их пути встретится какое-то препятствие, например самолет, он отражает и рассеивает радиоволны во все стороны, в том числе и в сторону радиолокационной станции. Приемник, настроенный на частоту передатчика, принимает отраженные волны. Включенный на его выход индикатор дальности показывает расстояние до предмета.

Но еще слишком мало знать, что отражающий радиоволны предмет находится на таком-то расстоянии. Если радиолокатор будет излучать радиоволны во все стороны, то отраженные радиоволны будут приходить от многих предметов, находящихся от станции в разных направлениях. Чтобы определить, в каком месте находится данный предмет, антенна радиолокационной станции должна посылать радиоволны направленным, сравнительно узким пучком, подобным световому лучу прожектора. В этом случае радиоприемник станции примет сигналы, отраженные только предметом, находящимся в том направлении, в котором излучаются радиоволны.

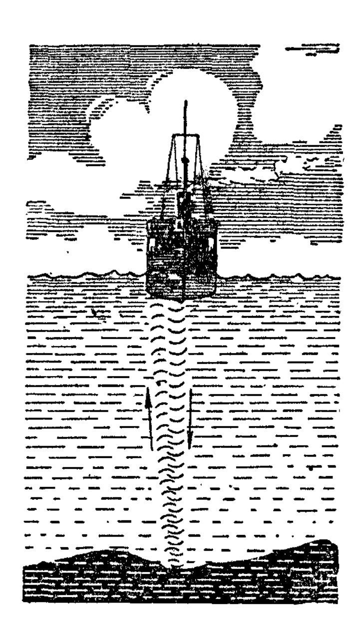


Рис. 349. Измерение глубины моря при помощи эхолота.

Радиоволны отражаются землей, водой, деревьями, живыми существами, металлическими и другими предметами. Лучше всего отражают радиоволны металлические предметы. Наилучшее же отражение происходит тогда, когда длина радиоволны равна или меньше размеров отражающего предмета. Поэтому радиолокаторы работают на метровых, дециметровых, сантиметровых и миллиметровых волнах — на частотах свыше 60 *Мгц*. Энергию радиоволн такой длины, кроме того, легче концентрировать в узкий пучок, что имеет немаловажное значение для «дальнобойности» радиолокатора и точности определения места того или иного предмета.

Каким же образом радиолокатор «нащупывает» объект, если он излучает энергию радиоволн узким направленным пучком? Антенна его передатчика может вращаться, а также изменять угол наклона, посылая волны в различных направлениях. Она же является и приемной антенной.

Наиболее простая антенна радиолокационной станции, работающей на метровом диапазоне и служащей для обнаружения само-

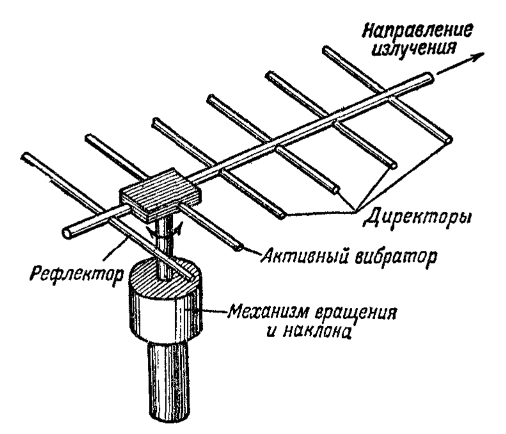


Рис. 350. УКВ антенна с направленным излучением.

летов, показана в упрощенном виде на рис. 350. Она имеет такую же конструкцию, как многоэлементная телевизионная приемная антенна, только снабжена еще механизмом вращения и наклона. Длина вибраторов равна приблизительно половине длины излучаемой волны. Ток высокой частоты подводится только к активному вибратору. Такая антенна посылает радиоволны довольно узким пучком в одном направлении — в сторону директоров и принимает отраженные сигналы, которые идут со стороны директоров.

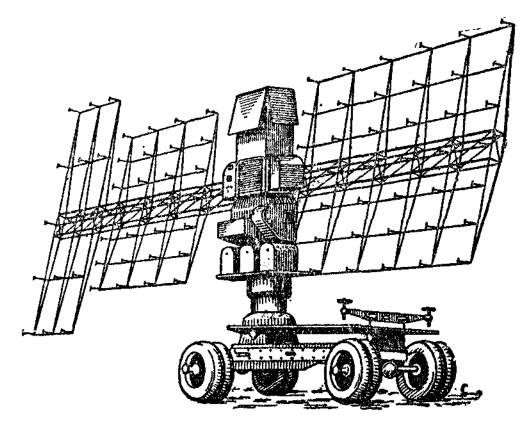
Другая конструкция антенны наземной радиолокационной станции метрового диапазона показана на рис. 351. Она имеет большое количество излучающих вибраторов, расположенных в одной плоскости. Металлическая конструкция, на которой смонтированы вибраторы, выполняет роль рефлектора антенны.

Чем короче волна, на которой работает станция, тем меньше размеры излучающего вибратора и рефлектора, тем меньше общие размеры антенны. Так, например, рефлекторная антенна станции сантиметрового диапазона может иметь размеры, не превышающие тарелку. Одна из таких антенн показана на рис. 352. Она предназначена для самолетной радиолокационной станции. Энергия сверхвысокочастотных колебаний передатчика подводится к излучателю, похожему на Т-образный штырь, установленному в фокусе рефлектора, подобного вогнутому зеркалу. Такая антенна излучает энергию радиоволн очень узким пучком.

В передатчиках и приемниках радиолокационных станций, работающих на сантиметровых волнах, используют электронные приборы, совсем не похожие на обычные радиолампы. Это — магнетроны и клистроны. Магнетроны (рис. 353) служат для генерирования мощных колебаний сверхвысокой частоты. Клистроны (рис. 354) используются главным образом в гетеродинах приемников.

В генераторах радиолокаторов нет колебательных контуров в том виде, в каком мы привыкли их видеть в радиовещательных приемниках. Колебательные контуры таких генераторов имеют вид петель, коротких отрезков проводников или труб.

Передатчики всех радиолокационных станций работают в импульсном режиме; импульсами излучают радиоволны и их антенны. Импульсным называют такой режим, когда генератор передатчика в течение очень короткого промежутка времени создает «очередь» колебаний, после чего наступает сравнительно продолжительный перерыв — пауза, в течение которого генератор «отдыхает» (рис. 355). Во время перерыва происходит прием отраженных волн. Затем снова излучается такой же


Рис. 351. Антенна передвижной радиолокационной станции.

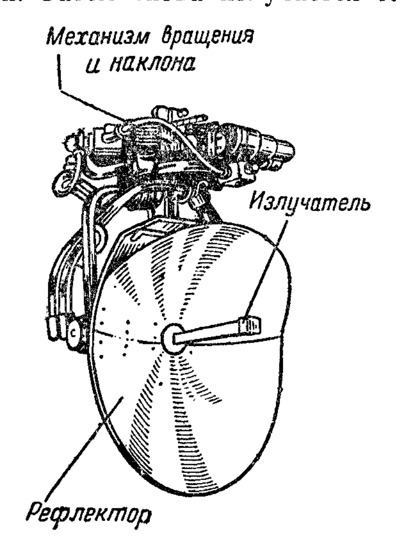


Рис. 352. Антенна самолетной радиолокационной станции.

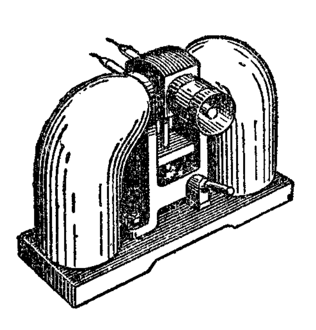


Рис. 353. Магнетрон.

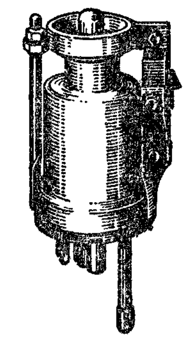


Рис. 354. Клистрон.

импульс, за ним опять следует пауза и т. д. При таком режиме работы генератора антенна передатчика как бы «стреляет» в пространство короткими очередями радиоволн.

В зависимости от назначения радиолокационной станции продолжительность импульсов может быть в пределах 0,1—50 *мксек*, а частота следования импульсов от 50 до 5 000 в секунду.

Допустим, что каждый импульс радиолокационной станции длится 10 *мксек* и за каждую секунду излучается 500 таких очередей радиоволн. Следовательно, паузы между импульсами будут равны 1 990 *мксек*, т. е. они почти в 200 раз продолжительнее, чем импульсы. Получается, что генератор больше «отдыхает», чем работает. За сутки генератор такого радиолокатора в общей сложности работает всего не более нескольких минут.

Мощность импульса достигает десятков, сотен и даже тысяч киловатт. Она во много раз больше мощности, потребляемой радиолокатором от источников питания. Объясняется это тем, что во время паузы в передатчике происходит накапливание электрической энергии, которая затем в течение очень короткого промежутка времени преобразуется в колебания высокой частоты и излучается антенной.

Расстояние до объекта определяется, как мы уже говорили, временем между моментами посылки импульса и возвращения его «радиоэха». Радиоволны распространяются со скоростью 300 000 *км/сек* (точнее 299 820 *км/сек*). Это значит, что от самолета, находящегося, например, на расстоянии 150 *км*, радиоэхо вернется через 0,001 *сек*, а при расстоянии до него 300 *км* — через 0,002 *сек*. Для измерения таких коротких промежутков времени не годятся даже самые лучшие секундомеры, ибо неточность в отсчете времени даже в 0,1 *мсек* дает ошибку, равную 15 *км*.

В радиолокационной станции отсчет времени производится при помощи особых «электронных часов», роль которых выполняют электронно-лучевые трубки. Для этого на пластины горизонтального отклонения луча трубки подается пилообразное напряжение той же частоты, с которой происходит излучение импульсов, например 1 000 *гц*. При такой частоте электронный луч 1 000 раз в секунду прочерчивает экран, образуя на нем прямую светящуюся линию. Общая длина линии на экране при этом соответствует в масштабе отрезку времени длительностью 0,001 *сек*, т. е. 1 *мсек*.

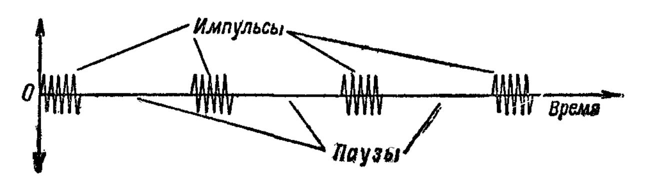


Рис. 355. График импульсного излучения.

Экраны электронно-лучевых трубок, используемых в радиолокационных станциях для определения дальности, обычно имеют шкалы, градуированные в километрах (рис. 356), что очень упрощает отсчет расстояния. Луч на экране трубки начинает двигаться слева направо от нулевого деления шкалы в тот момент, когда происходит излучение импульса. Момент посылки импульса отмечается выбросом линии у нулевого деления шкалы трубки.

Пластины вертикального отклонения луча трубки включены на выход приемника. Если в приемник не поступают отраженные импульсы, то остальная часть линии на экране трубки имеет вид прямой. Но как только начинают поступать отраженные импульсы, на светящейся линии получается второй «выброс». На рис. 356 видно, что расстояние до объекта, отразившего радиоволны, равно 70 *км*.

Остается выяснить еще один вопрос: как оператор радиолокационной станции определяет точные координаты самолета? По его

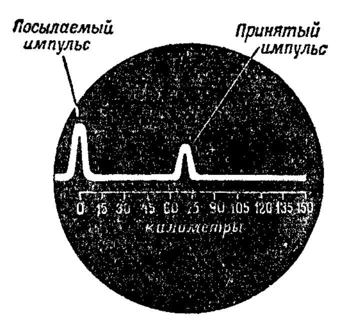


Рис. 356. «Выброс» линии на экране указывает расстояние до цели.

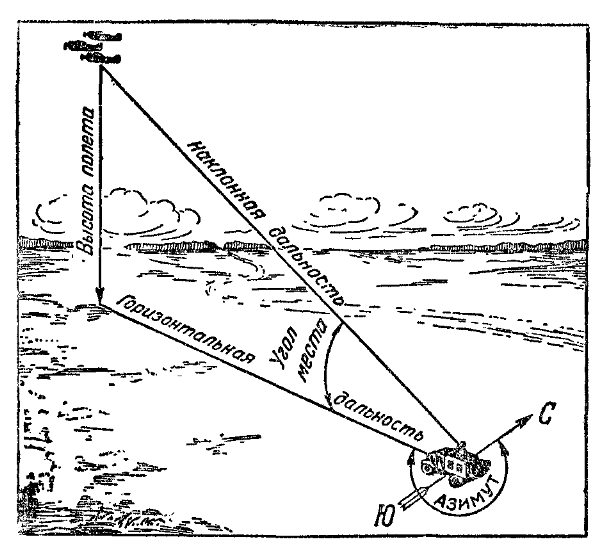


Рис. 357. Определение направления на самолет и высоты его полета.

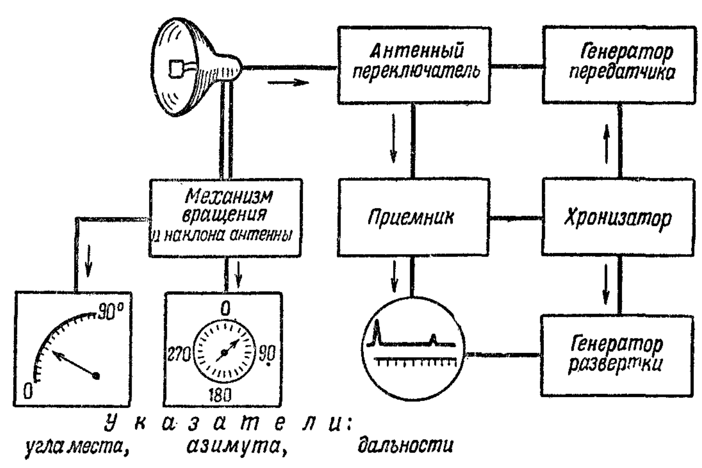


Рис. 358. Блок-схема радиолокационной станции.

азимуту, т. е. по углу между направлением на самолет и направлением на север, и по углу места — углу, образуемому горизонтальной линией и наклонной линией, направленной на самолет (рис. 357). Эти данные фиксируют специальные приборы по положению антенны. А когда известны азимут, угол места и, конечно, наклонная дальность, то нетрудно рассчитать высоту полета и место, над которым в данный момент находится самолет, отражающий радиоволны. В современных радиолокаторах все эти расчеты производятся автоматически.

Очевидно, что если радиолокационная станция находится на земле или установлена на корабле и предназначена она для наблюдения за наземными или плавающими по воде объектами, нет необходимости измерять угол места.

Чтобы ты имел более полное представление о радиолокационной станции, разберем ее работу по блок-схеме, изображенной на рис. 358. На ней показаны только основные устройства и их взаимосвязь.

Антенна, излучающая импульсы радиоволн и принимающая отраженные радиоволны, обладает острой направленностью. При помощи электродвигателей, она может вращаться вокруг своей оси и изменять угол наклона, «нащупывая» цель. Это — ее механизм вращения и наклона. С ним связаны приборы, показывающие азимут и угол места самолета, на который направлена антенна.

Генератор передатчика и приемник имеют с антенной не прямую связь, а через переключатель, роль которого обычно выполняют специальные электронные приборы. В моменты посылки импульсов радиоволн антенна подключена к передатчику, а во время пауз — к приемнику. Принятые им отраженные сигналы после усиления и детектирования подаются на электронно-лучевую трубку указателя дальности. Горизонтальное движение луча этой трубки осуществляется пилообразным напряжением генератора развертки.

Новым для тебя в этой схеме является хронизатор — устройство, согласующее работу генератора передатчика, антенного переключателя и генератора развертки трубки дальномера. Через строго определенные промежутки времени он вырабатывает «пусковые» импульсы, действующие на генераторы передатчика и развертки электронно-лучевой трубки. Хронизатор является тем механизмом, благодаря которому обеспечивается слаженная работа всех приборов и устройств радиолокационной станции.

Ты вправе задать вопрос: а как же узнать, свой или чужой обнаружен самолет? На самолетах устанавливаются небольшие передатчики, которые автоматически включаются при облучении их радиоволнами своей радиолокационной станции и посылают «ответные» опознавательные сигналы, видные на экране электронно-лучевой трубки.

ПРИМЕНЕНИЕ РАДИОЛОКАЦИИ

Во время Великой Отечественной войны радиолокация помогала нашим воинам своевременно обнаруживать вражеские самолеты и корабли и наносить им сокрушающие удары. Сейчас она — верный страж границ нашей Родины.

Но радиолокация применяется не только в военном деле. Она проникла во многие области науки, техники, народного хозяйства. Приведем несколько примеров.

Вскоре после Великой Отечественной войны ученые «выстрелили» короткими очередями радиоволн по Луне. Энергия радиоволн дошла до Луны, «оттолкнулась» от нее и примерно через 2,5 *сек* вернулась обратно. Этот эксперимент дал возможность уточнить расстояние от нашей планеты до ее большого спутника. Сейчас астрономы при помощи наземных радиолокационных станций непрерывно, днем и ночью, в любое время года, ведут наблюдения за искусственными спутниками Земли, падающими метеорами, что имеет большое научное значение.

Для изучения верхних слоев атмосферы и предсказания погоды синоптики часто пользуются шарами-зондами. Раньше за шарами следили в зрительные трубы. Стоит испортиться погоде, и эти трубы становятся непригодными приборами. Теперь за шарами следят с помощью радиолокационных станций, которым не может помешать ни туман, ни облачность, ни дождь. Используя радиолокаторы, синоптики наблюдают за передвижением облаков, грозовых фронтов.

Наша рыбная промышленность оснащена превосходной техникой. У нее есть плавающие заводы-корабли, способные за сутки обрабатывать и консервировать по нескольку десятков тонн рыбы. Но все зависит от улова. Раньше разведка рыбы велась примитивным способом — выискивали косяки, смотря с палубы корабля. Сейчас для разведки рыбы стали применять радиолокацию. На разведку отправляется самолет. У него на борту радиолокатор. Он «прощупывает» водные просторы. Вот на экране трубки радиолокатора появились сигналы: под самолетом обнаружены косяки рыбы. Тут же летит радиограмма, и к месту находки устремляется рыболовецкая флотилия.

Кит — огромнейшее морское животное, из которого получается много ценных продуктов. Бьют китов гарпунами из пушек, а затем туши поднимают на борт корабля. Бывает так, что раненый кит вместе с гарпуном уплывает, теряется из виду. Как найти потерянного кита? С помощью радиолокатора.

Радиолокация широко используется в Гражданском воздушном флоте. Здесь она позволяет диспетчерам аэропортов непрерывно следить за движением самолетов на воздушных трассах. Радиолокационные станции, установленные на самолетах, позволяют летчикам не только определять высоту, но и видеть на экранах радиолокаторов очертания местности, над которой они летят. Это дает возможность воздушным кораблям летать в любую погоду без опасения потерпеть аварию.

Радиолокационные станции устанавливаются на кораблях. Они позволяют водить корабли в тумане в любую непогоду, своевременно предупреждают о приближении к другим кораблям, берегам, скалам.

Таков далеко не полный перечень примеров применения радиолокации.

Беседа тридцать пятая

ВЕРНЫЕ ПОМОЩНИКИ

Наши беседы подходят к концу. В них мы рассказали о многом, и в то же время это далеко не полный рассказ. В самом деле, в них мы говорили в основном лишь о технике приема радиовещания, коснулись радиосвязи на УКВ, познакомились с основами фототелеграфии, телевидения и радиолокации, с полупроводниковыми приборами.

В этой беседе мы расскажем коротко еще о некоторых областях применения радиотехники, чтобы ты мог хотя бы в общих чертах представить себе, как глубоко она проникла в народное хозяйство, в науку и технику, в нашу культуру и быт.

«ЗАСТЫВШИЙ» ЗВУК

Почтальон принес письмо. Ты вскрываешь конверт, видишь в нем небольшую картонку с блестящей поверхностью, покрытую спиральной дорожкой, как на грампластинке.

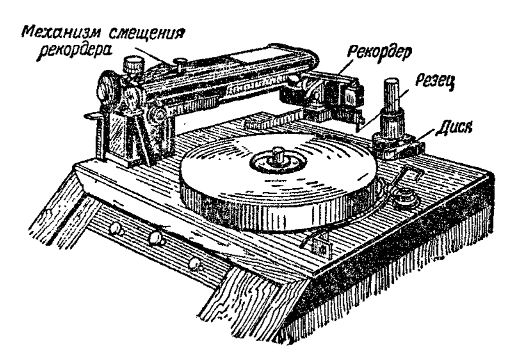


Рис. 359. Станок для электромеханической записи звука на диск.

Это — «говорящее письмо». Поставь на эту миниатюрную граммофонную пластинку мембрану патефона или звукосниматель, и ты услышишь голос близкого тебе человека.

Как же «пишут» эти письма? Как записывают звук на грампластинки?

Чтобы записать звук — заставить его как бы «застыть» в какой-то стадии преобразования, с тем чтобы в любое время можно было его вновь «оживить» — воспроизвести, нужно прежде всего при помощи микрофона преобразовать звук в электрические колебания звуковой частоты. Их усиливают с помощью электронных ламп или полупроводниковых приборов. На выход усилителя включают рекордер, который преобразует ток низкой частоты в механические колебания резца, нарезающего на вращающемся диске звуковую бороздку (рис. 359).

Устройство рекордера сходно с устройством электромагнитного звукоснимателя, только вместо иглы к якорю прикреплен резец. Ток звуковой частоты, проходя по катушке рекордера, приводит резец в колебательное движение, и на диске получается извилистая звуковая бороздка.

Этот способ записи звука называется электромеханическим.

Когда нужно изготовить много одинаковых граммофонных пластинок, запись производят на восковом диске, а потом рисунок звука с этого диска путем ряда технологических приемов переводят на пластинки из специальной массы. Это и есть те самые граммофонные пластинки, которые мы покупаем в магазине и проигрываем на патефоне или на радиоле.

Широкое распространение получил также магнитный способ звукозаписи. При этом способе звукозаписи используется материал, способный длительное время сохранять магнитные свойства. Им может быть, например, стальная проволока, стальная лента. Но лучше всего для этой цели подходит ферромагнитная лента—тонкая и гибкая пластмассовая полоска, покрытая с одной стороны тонким слоем окислов железа.

Техника записи звука на ферромагнитную ленту такова. Через обмотку звукозаписывающей головки (рис. 360), представляющую собой сильный электромагнит с кольцеобразным сердечником, имеющим небольшую щель, идет ток звуковой частоты. Прикасаясь к щели сердечника, скользит с равномерной скоростью ферромагнитная лента. Ток звуковой частоты создает в щели сердечника головки сильное магнитное поле, намагничивающее частицы железа, нанесенные на ленту. Поскольку частота и амплитуда колебаний изменяются, то частицы железа по длине ленты приобретают неодинаковую намагниченность.

При воспроизведении звука ферромагнитная лента протягивается с той же скоростью, с какой на ней велась запись, мимо щели сердечника воспроизводящей головки, устроенной так же, как и записывающая. Неравномерная намагниченность частиц нанесенного на нее железа создает в обмотке головки воспроизведения слабый ток звуковой частоты, который усиливается, чтобы привести в действие громкоговоритель.

Воспроизведение звука с ферромагнитной ленты может производиться многократно.

Ширина стандартной ферромагнитной ленты 6,5 *мм*, а толщина 0,05—0,06 *мм*. Она хорошо склеивается, имеет малый вес. В катушке диаметром втрое меньше граммофонной пластинки умещается лента, необходимая для записи звука в течение 15—20 *мин*. Вес же ее меньше веса граммофонной пластинки.

Аппарат для магнитной звукозаписи на ферромагнитную ленту называется магнитофоном.

Отличительная особенность магнитной звукозаписи заключается в том, что ненужную

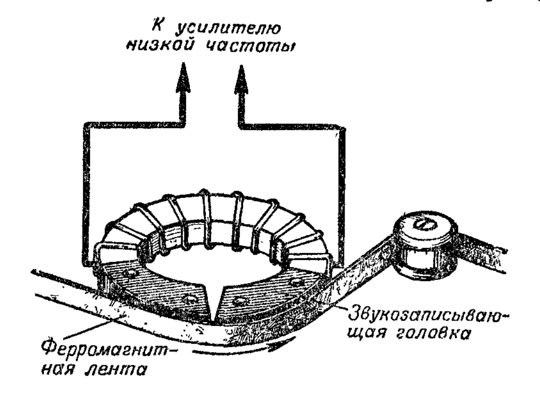


Рис. 360. Запись звука на ферромагнитную ленту.

или плохо выполненную запись можно «стереть», протянув ферромагнитную ленту мимо полюсов сильного постоянного магнита или стирающей головки, подобной записывающей и воспроизводящей, но питающейся током ультразвуковой частоты.

Устройство магнитофона схематически показано на рис. 361. В этот аппарат входят: усилитель низкой частоты, микрофон, громкоговоритель, головки для записи, воспроизведения и стирания и механизм, при помощи которого ферромагнитная лента перематывается с одной бобины (катушки) на другую, плавно протягиваясь около полюсов головок.

Усилитель используется как при записи, так и при воспроизведении звука. Переход с записи на воспроизведение осуществляется переключателями $П_1$ и $П_2$. Положение переключателей, показанное на схеме, соответствует записи. В этом случае на вход усилителя включается микрофон, а на выход — звукозаписывающая головка; головка воспроизведения и громкоговоритель отключены.

Микрофон преобразует звук в электрические колебания низкой частоты. Они усиливаются и подаются в обмотку звукозаписывающей головки, которая намагничивает движущуюся ферромагнитную ленту. По окончании записи лента снимается с направляющих роликов и при помощи электродвигателя может быть быстро перемотана с правой бобины на левую.

При воспроизведении звука переключатели $П_1$ и $П_2$ устанавливаются в нижнее положение. При этом на вход усилителя включается обмотка воспроизводящей головки, а на выход — громкоговоритель; микрофон, записывающая и стирающая головки отключены. Намагниченная ферромагнитная лента скользит у полюсов воспроизводящей головки и создает в ее обмотке электрические колебания звуковой частоты. Они усиливаются и подаются на громкоговоритель.

Магнитофон сейчас является самым распространенным аппаратом для записи звука. На магнитофоны записывают радиопередачи, песни, рассказы, оперы, спектакли, концерты, лекции. Запись на магнитной ленте сохраняется очень долго и может быть в любое время воспроизведена.

Магнитная запись имеет ценное преимущество перед другими способами звукозаписи — легко исправить ошибку или неточность, допущенную при записи, например артистом или лектором. Для этого вырезают кусок ленты с неудачной записью и вклеивают новый. Записанные в различных местах выступления

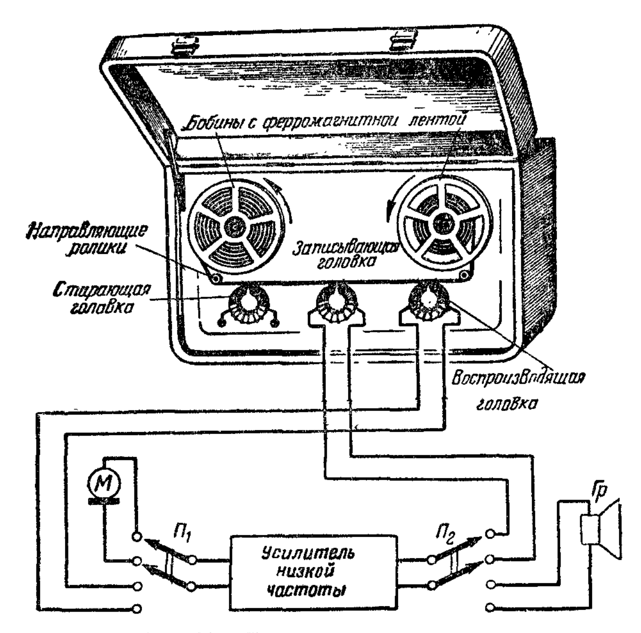


Рис. 361. Блок-схема магнитофона.

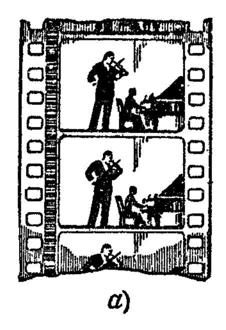
артистов могут быть смонтированы в один концерт. Такие концерты мы часто слышим по радио.

Магнитофоны очень удобны как секретари. Можно продиктовать деловое письмо, статью, а затем записанное перепечатать на машинке. Некоторые беседы, вошедшие в эту книгу, были проведены автором на занятиях кружка юных радиолюбителей и записаны на магнитофоне. Потом магнитофон «продиктовал» беседы машинистке, которая перепечатала их на бумагу.

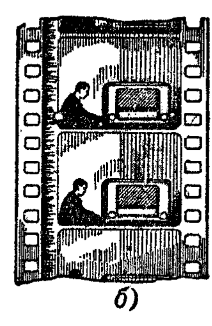
Магнитная запись стала применяться для шумового оформления спектаклей, при изучении деятельности сердца и во многих других случаях.

Приведены успешные опыты по записи на магнитную пленку телевизионных сигналов.

Если тебе приходилось рассматривать ленту звукового кинофильма, ты не мог не заметить рядом с кадрами узкую полоску с причудливым узором. Это так называемая звуковая дорожка (фонограмма) — фотография звука, сопровождающего кинокартину. Сделана она тоже не без участия магнитофона. Музыку, песни, разговоры киноартистов, шумы сначала записали на магнитную ленту. Запись вели на специальном магнитофоне, который называется синхрофоном. Он отличается от обычного магнитофона тем, что магнитная лента движется через него строго согласованно с движением кинопленки с изображением. Потом магнитную ленту пропустили перед зазором воспроизводящей головки синхро-



а)



б)

Рис. 362. Отрезки кинофильма с различными способами записи звука.

а — с интенсивным; б — с поперечным (трансверсальным).

фона, но полученные электрические колебания звуковой частоты после усиления подали не на громкоговоритель, а на так называемый световой модулятор. Последний создает световой пучок, интенсивность или ширина которого изменяется с силой и частотой подведенных к нему электрических колебаний. Этот модулированный световой пучок направили на движущуюся киноленту.

Действуя на ее светочувствительный слой, световой пучок «перенес» магнитную запись звука на киноленту. Киноленту проявили и закрепили как обычный фотонегатив, на ней и получилась звуковая дорожка. После этого обычным способом были напечаны позитивные копии фильма, на которых есть и кадры изображения и звуковая дорожка.

На рис. 362 ты видишь два отрезка ленты звукового кинофильма. На левом отрезке затемнение звуковой дорожки изменяется по длине ленты. Это запись звука «интенсивным» способом. На правом отрезке затемненная часть звуковой дорожки изменяется по ширине. Это — фильм с поперечным (трансверсальным) способом записи звука.

Как в кино воспроизводят звук? С помощью фотоэлемента. В кинопроекторе имеется так называемая лампа просвечивания, создающая поток света постоянной силы (рис. 363). Она питается постоянным током от выпрямителя (обычно селенового). Линза собирает лучи от лампы в пучок, ярко освещающий узкую щель. Пройдя щель и объектив, узкая полоска света просвечивает звуковую дорожку и попадает на фотоэлемент. В цепи фотоэлемента получаются электрические колебания звуковой частоты, которые усиливаются и при помощи громкоговорителей, установленных в зале рядом с экраном, преобразуются в звук.

Оптические способы записи звука на кинопленку были разработаны П. Г. Тагером, А. Ф. Шориным, В. Д. Охотниковым и другими советскими учеными и инженерами.

Заметим, что в последние годы и при производстве граммофонных пластинок сначала записывают звук на магнитную пленку, а потом его переписывают с помощью рекордера на восковой диск.

НАГРЕВ БЕЗ ОГНЯ

Если какое-либо тело поместить в электрическое или магнитное поле высокой частоты, то под действием этого поля молекулы или атомы этого тела будут совершать колебательные движения, вызывая нагрев тела. Степень нагрева зависит от строения вещества тела и частоты тока, создающего переменное поле. Это явление нашло широкое практическое применение в промышленности. В некоторых отраслях производства высокочастотный нагрев произвел технологическую революцию.

Вот несколько практических примеров.

Для изготовления мебели, деталей корпусов кораблей, вагонов пригодна только сухая древесина. Изделия из сырой или плохо просушенной древесины неизбежно коробятся, дают трещины. Естественная же сушка древесины требует длительного времени.

Как ускорить процесс сушки древесины? Этот вопрос давно волновал деревообделочников. Разрешить его помогла радиотехника.

Установка для сушки древесины представляет собой мощный генератор колебаний высокой частоты, питающий конденсатор, обкладки которого представляют собой массивные металлические плиты. На эти плиты, как на полки, укладывают доски, бруски, рейки и даже круглый лес (рис. 364).

Между пластинами конденсатора создается сильное электрическое поле высокой частоты. Оно пронизывает всю находящуюся в нем древесину и поэтому вызывает равномерный

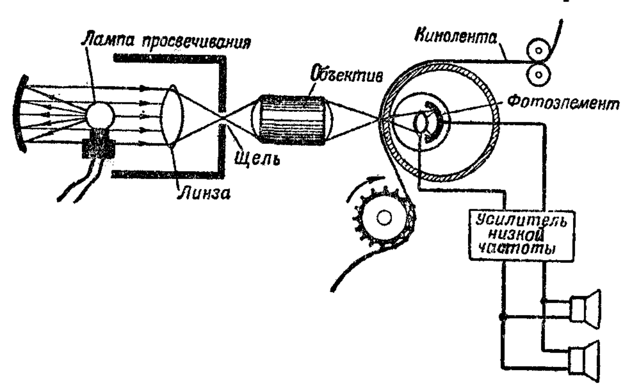


Рис. 363. Схема воспроизведения звука в кинотеатре.

нагрев всей ее массы. В камере, где производится сушка, имеется вентиляция для удаления испаряющейся влаги. Тонкие доски высыхают в конденсаторе за несколько минут. Высушенная таким способом древесина пригодна для изготовления любых самых ответственных изделий. Высокочастотный способ сушки древесины используется на многих деревообрабатывающих предприятиях.

Глиняные и фарфоровые изделия — посуда, кирпич, изоляторы для линий электропередачи формуются из влажной массы. Затем идет самая ответственная и трудная часть производства — сушка и обжиг изделия. После остывания изделия обладают большой твердостью и прочностью только в том случае, если сушка была равномерной.

Для такой сушки гончарных и керамических изделий на воздухе требуются иногда месяцы и годы. Ускорить сушку этих изделий помогли токи высокой частоты.

Камера для сушки керамических изделий похожа на этажерку, полочки которой являются пластинами конденсатора, соединенного с мощным генератором высокой частоты. На полочки кладут изделия, предназначенные для сушки. Электрическое поле высокой частоты, сосредоточенное между полочками, пронизывает изделия и, равномерно прогревая, сушит их. Контроль сушки автоматизирован. Брак почти отсутствует.

Примерно также можно сушить зерно, бумагу, табак, чай, вытапливать жир, консервировать продукты, печь хлеб, варить обед, сушить кондитерские изделия и многое другое.

Люди издавна мечтали о таких стальных деталях и режущих инструментах, которые были бы очень твердыми и в то же время не хрупкими. Теперь мечта сбылась.

Если стальную деталь поместить в магнитное поле высокой частоты, то ее поверхность

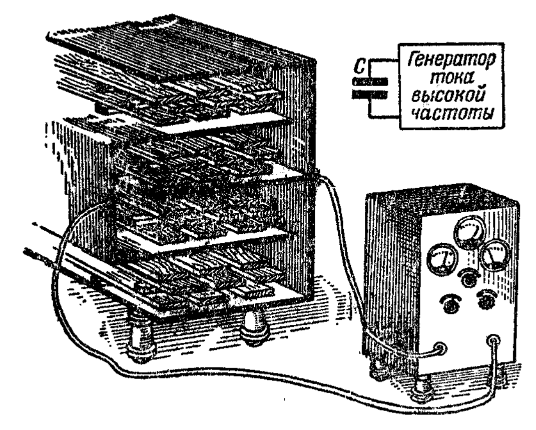


Рис. 364. Установка для сушки древесины.

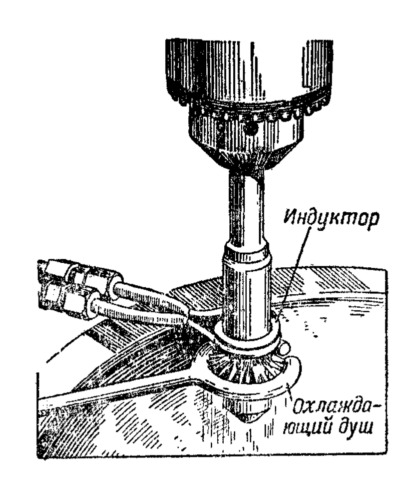


Рис. 365. Поверхностная закалка стального валика.

благодаря образованию вихревых токов раскалится с такой быстротой, что тепло не успеет проникнуть в глубь металла. Остается только опустить эту деталь в воду или масло, и ее поверхность будет закалена, сделается очень твердой, в то время как основная масса металла останется «вязкой», нехрупкой. Толщину закаленного слоя легко регулировать, меняя частоту тока: чем выше частота, тем тоньше слой. Ток частоты порядка 1 *Мгц* дает толщину закаливаемого слоя около 0,5 *мм*, а 50 *кгц* — 8—15 *мм*.

Для поверхностной закалки металлических деталей применяются специальные катушки индуктивности, называемые индукторами (рис. 365). Они питаются от мощных генераторов высокой частоты. Внутрь индуктора, где образуется сильное переменное магнитное поле, помещается деталь, поверхность которой нужно закалить. Тут же находится и охлаждающий душ.

Этот способ поверхностной обработки металла впервые разработал и практически осуществил член-корреспондент Академии наук СССР, лауреат медали А. С. Попова, профессор В. А. Вологдин.

Сейчас высокочастотная закалка металлических изделий применяется очень широко. Ее используют при изготовлении резцов, сверл, осей механизмов и многих других деталей и инструментов, от которых требуется повышенная твердость при сохранении необходимой вязкости массы металла. Такие детали способны выдерживать резкие толчки и удары.

Подобным способом можно плавить металлы или руду, если использовать токи частоты в несколько тысяч герц и вести более продолжительный прогрев. При мощности генератора высокой частоты 100 *квт* плавка 100 *кг* металла продолжается не более 15 *мин*.

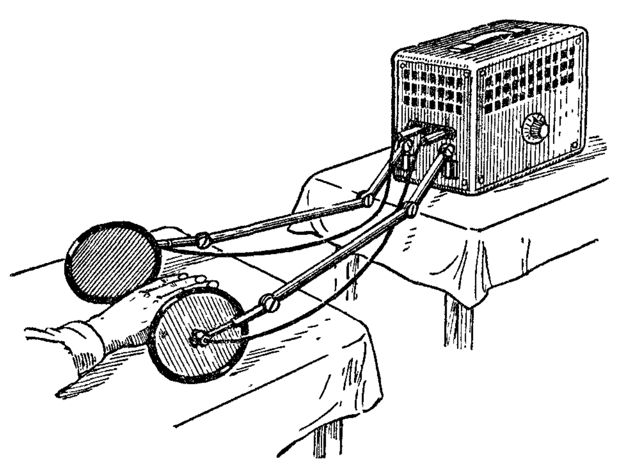


Рис. 366. Электрическим полем высокой частоты лечат людей.

Высокочастотные плавильные печи получили широкое применение в производстве высококачественных сталей, специальных тугоплавких, магнитных и легких сплавов.

При лечении некоторых болезней требуется глубокий, внутренний прогрев тела. Это особенно необходимо при лечении гангрены, воспалений суставов. Обычные грелки в таких случаях не приносят существенной пользы. На помощь приходят токи ультравысокой частоты. Переменное электрическое поле вызывает нагрев не только внешних, но и внутренних частей тела. Чтобы прогреть, например, больной сустав руки, ее помещают между металлическими пластинами, образующими конденсатор (рис. 366) генератора. Больной ощущает только легкое тепло. Радиотерапией называют отрасль медицины, использующую для лечения токи и поля ультразвуковой и высокой частоты.

Электрическое поле соответствующей частоты благоприятно действует на рост и развитие растений, убивает вредных микробов и насекомых. В библиотеках, например, иногда заводятся жучки, точащие книги. Раньше единственной мерой борьбы с такими жучками было сжигание книг. Теперь их уничтожают электрическим полем высокой частоты.

В ПОИСКАХ МЕТАЛЛА И РУДЫ

Что произойдет, если к катушке контура мы поднесем металлический предмет? Его частота изменится. Это явление может быть использовано для того, чтобы найти металл, скрытый, например, под покровом земли.

Представь себе радиотехническое устройство, содержащее в себе два генератора, создающих колебания различной частоты. «Смешивая» эти колебания, подобно тому как это делается в преобразователе частоты супергетеродина, можно получить колебания звуковой частоты, слышимые в телефон. Если к контурной катушке одного из генераторов поднести кусочек металла, то частота этого генератора изменится: она увеличится, если это будет сталь, железо, или уменьшится, если это будет цинк, медь или другой немагнитный металл. От этого изменится частота биений и звук в телефоне будет выше или ниже. Удалив от катушки кусок металла, прежняя частота биений восстановится.

На этом принципе работает прибор, при помощи которого можно отыскивать металл или руду. Блок-схема такого прибора показана на рис. 367. Он содержит два генератора высокой частоты, смеситель и телефон. Генератор *I* экранирован, чтобы защитить его колебательный контур от внешних влияний. Его частота не изменяется. Катушка колебательного контура генератора *II* вынесена за пределы прибора. Подстройкой контура этого генератора добиваются получения в телефоне звука среднего тона. После этого катушкой искателя водят над поверхностью земли. Как только в поле катушки окажется металл, высота звука в телефоне изменится. Тон звука будет изменяться тем больше, чем ближе к металлу находится катушка или чем больше металлическая масса.

При помощи таких приборов во время Великой Отечественной войны саперы быстро находили и обезвреживали мины.

УПРАВЛЕНИЕ МЕХАНИЗМАМИ НА РАССТОЯНИИ

При помощи радиоволн можно на расстоянии управлять самолетом, кораблем, автомобилем, включать и выключать различные механизмы. Эта интереснейшая область применения радиотехники называется р а д и о т е л е м е х а н и к о й.

Сущность ее заключается в том, что радиопередатчик командного пункта посылает сигналы — короткие или продолжительные импульсы электромагнитной энергии, которые

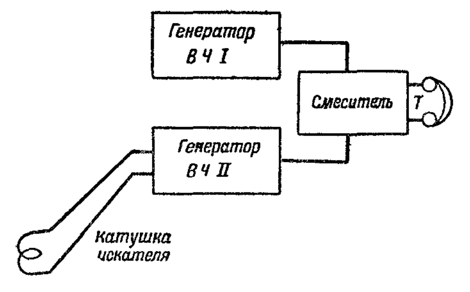


Рис. 367. Блок-схема металлоискателя.

при помощи приемника, установленного на управляемом объекте, автоматически включают и выключают различные его механизмы.

Схема управления радиосигналами показана на рис. 368. Командный передатчик *КП* представляет собой ламповый генератор тока высокой частоты с антенной, излучающей радиоволны. Управление передатчиком осуществляется телеграфным ключом *К*. Продолжительность работы передатчика определяется временем нажатия на ключ.

Приемник управляемого механизма *ПУМ* настроен на частоту командного передатчика. На его выходе имеется реле *Р*, включающее ток от батареи *Б* на электродвигатель *ЭД*. Когда командный передатчик не излучает радиоволн, ток на выходе приемника отсутствует или весьма мал, якорь реле не притянут и цепь питания электродвигателя разомкнута. При нажатии ключа на выходе приемника появляется ток, якорь реле притягивается и замыкает контакты цепи питания электродвигателя. Электродвигатель может повернуть руль лодки или штурвальное колесо корабля, изменить положение рулей высоты или поворота самолета и т. п. Если прекратить нажатие на ключ, антенна передатчика прекратит излучение и реле приемника разорвет цепь питания электродвигателя.

Обычно управляемый объект должен выполнять несколько команд. Например, корабль должен поворачиваться направо, налево, изменять скорость хода, останавливаться, идти задним ходом и т. д. Простая схема многокомандного радиоуправления показана на рис. 369. На выход приемника включено «главное» реле $Р_{гл}$, которое при приеме сигнала включает ток от батареи на катушку электромагнита шагового распределителя *ШР*. Якорь электромагнита шагового распределителя представляет собой рычаг, качающийся на точке опоры, расположенной посредине рычага. На конце, противоположном сердечнику электромагнита, якорь имеет металлическую собачку, упирающуюся в храповое колесо с косыми зубцами. При приеме сигнала сердечник электромагнита притягивает конец

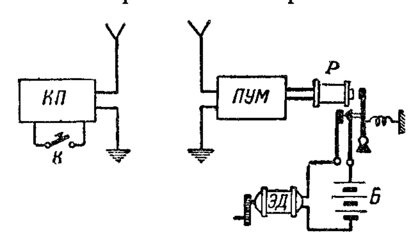


Рис. 368. Блок-схема однокомандного радиотелеуправления.

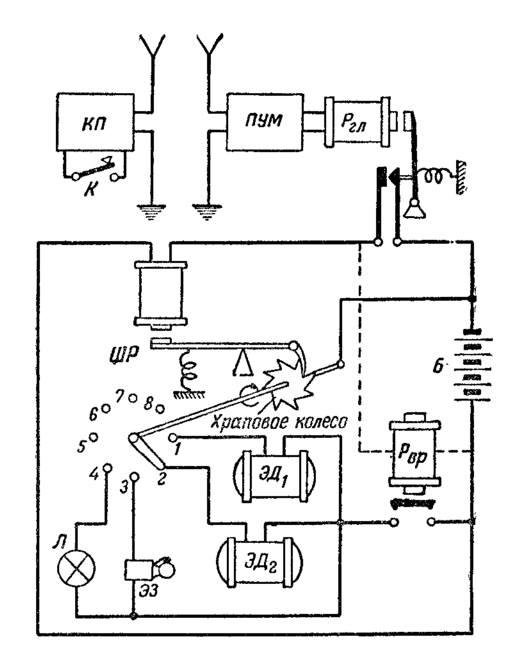


Рис. 369. Схема многокомандного радиотелеуправления.

якоря, а собачка якоря, нажимая на зубец, поворачивает храповое колесо. Когда сигнал прекращается и ток через обмотку шагового распределителя исчезает, якорь под действием пружины отходит от сердечника. При этом собачка, скользя по косому зубцу, попадает во впадину следующего зубца. При каждом радиоимпульсе храповое колесо поворачивается на один зубец.

Храповое колесо жестко скреплено с осью, на которой имеется металлический ползунок, скользящий по контактам электрических цепей исполнительных механизмов. При каждом радиосигнале ползунок шагового распределителя переходит с контакта на контакт—делает один шаг. При остановке ползунка на контакте *1* включается электродвигатель $ЭД_1$, на контакте *2* — электродвигатель $ЭД_2$, на контакте *3*—электрический звонок *ЭЗ*, на контакте *4* — лампочка *Л* и т. д. Число контактов и число зубцов храпового колеса одинаковы. Сколько контактов в распределителе, столько же команд может выполнять управляемый по радио объект.

Схема содержит еще реле времени $Р_{вр}$ (цепь обмотки его электромагнита на рис. 369 показана пунктиром). Особенность такого реле заключается в том, что его контакты замыкаются спустя некоторое время после включения тока на его обмотку. А если через обмотку реле времени пройдет очень короткий импульс тока, его контакты вообще не успеют замкнуться. Необходимость в применении ре-

ле времени вызвана тем, что ползунок шагового распределителя может переходить только последовательно с контакта на контакт. Чтобы ползунок переместился, например, с контакта *8* на контакт *3* и включил звонок, с командного пункта нужно послать три сигнала: от первого сигнала ползунок встанет на контакт *1*, от второго — на контакт *2* и только после следующего, третьего сигнала ползунок установится на контакте *3* и включит звонок. Чтобы не действовали механизмы, подключенные к промежуточным контактам, которые работать не должны, и вводится в схему реле времени. Ток на его обмотку подается одновременно с включением тока на обмотку шагового распределителя. Если с командного пункта послать два коротких сигнала, ползунок распределителя пробежит контакт *1* и остановится на контакте *2*. Однако, так как контакты реле времени не замкнутся, электродвигатели питания не получат. Только после того как будет послан третий продолжительный сигнал и ползунок остановится на третьем контакте, реле времени замкнет цепь присоединенного к нему звонка.

Таким образом, для подачи необходимой команды нужно только знать, сколько требуется послать импульсов, т. е. сколько раз нажать на ключ передатчика.

На традиционных городских, областных, республиканских и всесоюзных состязаниях летающих и плавающих моделей, на выставках технического творчества пионеров и школьников, на выставках творчества радиолюбителей-конструкторов ДОСААФ мы часто видим модели самолетов, кораблей и автомобилей, управляемых по радио таким же способом.

В одной из первых бесед мы упомянули, что запуск искусственных спутников Земли невозможен без радиотехнических средств. Здесь самая ничтожная ошибка в скорости и направлении движения ракеты-носителя может привести к тому, что спутник не выйдет на заданную орбиту.

Создаются специальные пункты наблюдения и радиоуправления, оснащенные радиолокационными станциями и другой сложнейшей радиоаппаратурой. Радиотехнические приборы управления установлены и на ракете. При отклонении в сторону от заданного направления приборы автоматического управления возвращают ракету на правильный путь.

БЫСТРЕЕ МЫСЛИ

Человек создал себе множество механических помощников. Это — всякого рода инструменты, приспособления, станки, машины. Они помогают обрабатывать различные материалы, рыть землю, плавить металл, строить новые машины. Они облегчили физический труд.

Человек создал себе и помощников в умственном труде. Одного из таких помощников ты хорошо знаешь — это счеты. Хотя «машина» эта очень проста, она значительно ускоряет работу вычислителя. Не случайно поэтому счеты всегда лежат под рукой бухгалтера, кассира, продавца магазина.

Более сложная арифметическая вычислительная машина — арифмометр — появилась лет сто назад, а в 1912 г. академиком А. Н. Крыловым была сконструирована и построена первая в мире машина для решения задач высшей математики. Но и она была чисто механической машиной: основными ее частями были колесики с цифрами, рычажки, пружинки.

И вот совсем недавно появились быстродействующие автоматические электронные машины, помогающие не только считать, но и «мыслить». Работают они со сказочной быстротой. Одна машина в секунду может произвести несколько тысяч математических операций с девятизначными числами, выполняя вычисления с точностью до миллиардных долей единицы. За несколько часов работы машина может произвести столько вычислений, сколько опытный вычислитель, вооруженный арифмометром, сделает за всю свою жизнь.

В этих «умных машинах» работают электронные лампы, полупроводниковые приборы и многие другие приборы. В машине БЭСМ (быстродействующая электронная счетная машина), работающей в Академии наук СССР, более пяти тысяч электронных и полупроводниковых приборов.

Представление об одной из советских электронных счетных машин может дать рис. 370.

Когда ученые приступают к решению какой-либо сложной задачи, они выражают ее в виде математических уравнений, которые зачастую очень сложны. Но зная математические методы, можно любую, даже самую сложную задачу решить при помощи четырех действий арифметики: сложения, вычитания, умножения и деления. Программа всех вычислений и их последовательность определяются для машины заранее и зашифровываются арифметическими знаками. При этом машина «запоминает» и хранит «в памяти» результаты всех промежуточных и конечных действий. Роль «памяти» выполняют магнитные материалы. Машина преобразует знаки в электрические импульсы и оперирует с ними. «Продукцией» машины также являются импульсы, преобразуемые в арифметические знаки.

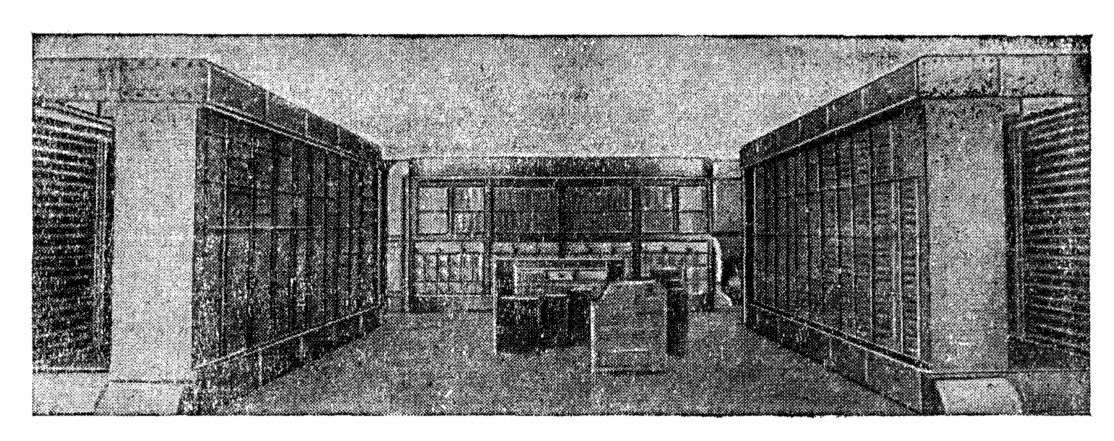


Рис. 370. Быстродействующая электронная счетная машина «Стрела». В середине — ее пульт управления.

Расшифровав их, получают решение заданной машине задачи.

Чтобы ты мог иметь представление о значении быстродействующих электронных счетных машин, приведем пару примеров.

Для точного предсказания погоды необходимо собрать сведения от многих метеостанций, расположенных в различных точках земного шара, а потом произвести на основе этих сведений несколько десятков миллионов вычислений.

С такой работой большая группа вычислителей может справиться за срок около двух недель. Электронная счетная машина «Погода» выполняет ту же работу за 2 *ч*.

Расчет траектории полета снаряда требует работы огромного коллектива вычислителей в течение нескольких суток, а с помощью электронной счетной машины он может быть выполнен быстрее, чем снаряд долетит до цели.

Быстродействующие электронные машины используются сейчас не только для производства сложных вычислений. Они могут переводить тексты с одного языка на другой. В этом случае в запоминающее устройство машины вводят слова, обороты речи и грамматические правила, записанные на ее математическом «языке». Машина, пользуясь «памятью», подбирает подходящие слова, изменяет их по падежам, числам, временам и ставит их в нужном порядке, образуя предложения. Готовый перевод она «выдает» уже в отпечатанном виде.

Электронная машина может «играть» в шахматы. Такие опыты уже проводились. Машина «перебирала» все возможные варианты шахматных ходов и останавливалась на тех из них, которые давали наилучшие результаты.

Создана «читающая» машина. С помощью ее человек, потерявший зрение, может читать обычные книги, журналы, газеты. Световой зайчик скользит по строкам страниц. При этом специальные устройства в машине накапливают электрические сигналы и включают механизмы, произносящие слова текста.

Разработаны и испытаны электронные машины, которые по чертежам обрабатывают детали, автоматически управляя станком, управляют процессами в сталеплавильных печах, контролируют работу электростанций, водят поезда, сортируют вагоны на товарных железнодорожных станциях, регулируют уличное движение транспорта. В недалеком будущем на многих промышленных предприятиях, в проектных организациях, в статистических управлениях, в банках, в научно-исследовательских институтах и лабораториях появятся электронные машины, облегчающие утомительный труд работников умственного труда.

Когда на занятиях радиокружка рассказываешь об «умных» электронных машинах, то некоторым ребятам представляется, что теперь изучать физику, математику, иностранные языки не надо — есть, мол, машины. Правы ли они? Нет, не правы. Эти машины созданы человеком и управляются только им. Любое домашнее задание электронная машина могла бы выполнить за несколько секунд. Но для этого ей нужно составить «программу» работы. Без серьезных знаний такой программы не составишь.

В одной беседе невозможно дать хотя бы беглый обзор всех областей применения современной радиотехники. Чтобы описать все ее применения, не хватит и тома в несколько сотен страниц, потому что радиоволны, радиолампы, полупроводниковые и другие радиотехнические приборы стали сейчас нашими верными помощниками во всех областях науки, техники, производства и культуры.

Беседа тридцать шестая

ДЛЯ ФИЗИЧЕСКОГО КАБИНЕТА ШКОЛЫ И РАДИОКРУЖКА

Нашу последнюю беседу посвящаем советам по изготовлению простых, но очень нужных для физического кабинета школы или радиокружка учебно-наглядных пособий. Эти пособия помогут тебе и твоим товарищам лучше усвоить основы радиотехники, изучить схемы и работу простых радиотехнических устройств. Имея такие пособия, можно провести в школе интересный вечер, посвященный радиотехнике.

Предлагаемые пособия — это действующие конструкции, смонтированные на прямоугольных панелях из органического стекла толщиной 5—8 *мм*. Этот материал является хорошим изолятором, легко обрабатывается, сверлится. Панели можно выпилить и из другого изоляционного материала, например из листового эбонита, текстолита, фанеры, пропитанной парафином или покрытой лаком; важно, чтобы панели были прочными и имели опрятный вид. Детали на панелях располагаются и соединяются в том порядке, который принят для начертания принципиальных схем.

УПРОЩЕННАЯ МОДЕЛЬ ПРИЕМНИКА А. С. ПОПОВА

Прежде всего мы рекомендуем сделать упрощенную модель приемника Александра Степановича Попова, о котором мы тебе рассказали в нашей первой беседе. Принципиальная схема такой модели показана на рис. 371, а общий ее вид — на рис. 372. Она состоит из последовательно соединенных когерера *К*, электрического звонка *Зв* и батареи *Б*. К зажиму *А* подключается антенна, к зажиму *З* — заземление или противовес. Схема этой модели отличается от схемы приемника А. С. Попова лишь тем, что в ней отсутствует чувствительное электромагнитное реле, включающее звонок. Поэтому модель способна принимать сигналы на небольшом расстоянии. Основной же принцип работы приемника А. С. Попова в ней сохранен.

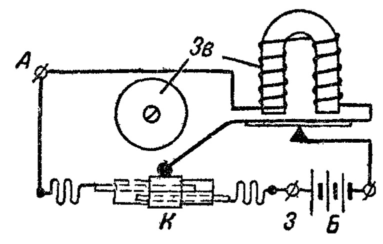


Рис. 371. Принципиальная схема упрощенной модели приемника А. С. Попова.

Устройство когерера показано на рис. 373. Это — стеклянная трубочка длиной 35—40 *мм* и диаметром 8—10 *мм* с двумя контактными пластинками, вырезанными из тонкой латуни или меди (в крайнем случае из тонкой жести), являющимися одновременно и выводами когерера. Пространство между пластинками заполнено крупными стальными опилками (их можно напилить грубым напильником). Пластинки и опилки удерживаются в трубочке пробками. Наполняя и закрывая трубочку, следи, чтобы пластинки соединялись только через опилки. Уплотнять опилки не следует, иначе они не будут встряхиваться. На среднюю часть трубочки когерера надень широкое резиновое кольцо или обмотай этот участок полоской резины, отрезанной от негодной волейбольной, футбольной или велосипедной камеры.

Сопротивление опилок постоянному току резко уменьшается, когда по цепи, в которую включен когерер, проходит ток высокой частоты: под воздействием этого тока соприкасающиеся поверхности отдельных частиц опилок слегка спекаются, вследствие чего общее сопротивление опилок уменьшается. Но достаточно легкого сотрясения, чтобы сопротивление когерера вновь увеличилось.

Модель действует следующим образом. Пока в антенне приемника не возбуждается достаточной величины ток высокой частоты, со-

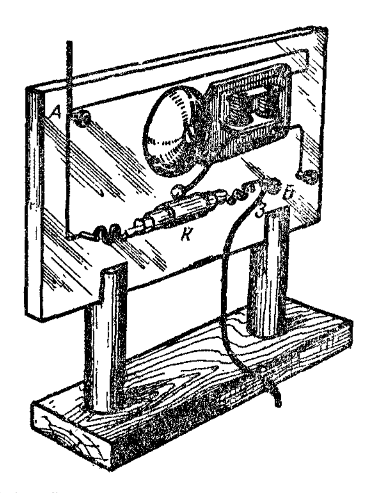


Рис. 372. Общий вид упрощенной модели приемника А. С. Попова.

противление когерера велико, а значит электрический ток в цепи, в которую он включен, мал. При этом звонок не звонит. Когда же появляется ток высокой частоты, сопротивление когерера мгновенно уменьшается, ток в его цепи резко возрастает и звонок начинает звонить. При этом молоточек ударяет то по чашечке звонка, то по резиновому пояску на когерере, встряхивая в нем опилки. На короткий импульс электромагнитных волн модель отзывается коротким звонком, на продолжительный импульс — продолжительным звонком.

В модели может быть использован любой электрический звонок с прерывателем, рассчитанный на работу от источника постоянного тока низкого напряжения.

Сначала привинти к панели винтами звонок. Ниже колокольчика звонка укрепи две стоечки — кусочки толстой медной проволоки такой длины, чтобы резиновый поясок подвешенного между ними когерера оказался возле молоточка звонка. При работе звонка молоточек должен ударять по резиновому пояску. К контактным выводам когерера припаяй латунные полоски шириной 4—5 *мм*, сложенные гармошкой. Вторые концы этих полосок припаяй к стоечкам. Когерер можно также подвесить при помощи резиновых полосок, соединив его выводы со стоечками кусочками провода, свитыми в спирали.

В правом нижнем углу панели укрепи два зажима для подключения батареи. Левый зажим будет служить одновременно для подключения противовеса. В левом верхнем углу укрепи зажим для подключения антенны. Антенной модели служит штырь или кусок проволоки длиной 120—150 *см*. Провод противовеса должен иметь такую же длину.

В качестве возбудителя электромагнитных волн используется индукционная катушка (имеется в физических кабинетах школ), к разряднику которой подключаются проводники такой же длины, как антенна и противовес приемника. Эти проводники будут выполнять роль антенны передатчика. При включении индукционной катушки, когда между ее разрядниками проскакивают искры, присоединенные к ней проводники излучают электромагнитные волны. Эти волны возбуждают в антенне и противовесе модели приемника ток высокой частоты, который спекает опилки когерера. При этом включается звонок. Как только выключается питание индукционной катушки, прекращается излучение волн и звонок перестает звонить.

Чем больше искра между разрядниками индукционной катушки, тем на большее расстояние действует установка. Однако оно обычно не превышает 5—6 *м*.

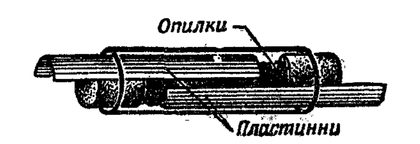


Рис. 373. Когерер.

Дальность действия увеличится, если проводники, подключенные к индукционной катушке, будут вертикальными (один из них направлен вниз, а другой вверх).

Вместо звонка в цепь когерера можно включить лампочку от карманного фонаря или измерительный прибор. Как только индукционная катушка даст разряд, лампочка загорится, а прибор покажет увеличение тока. От легкого удара пальцем по когереру опилки в нем встряхиваются, лампочка гаснет, ток через прибор снова уменьшается до нового разряда индукционной катушки.

Большее впечатление останется у твоих товарищей, если индукционная катушка будет находиться в соседней комнате.

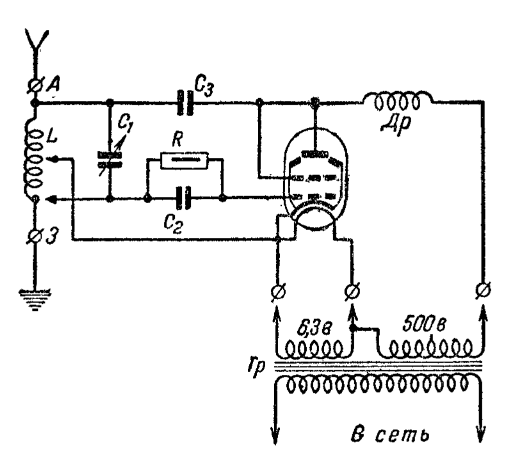
Имей в виду, что индукционная катушка, снабженная излучающими проводниками, создает для радиовещательных приемников помехи в виде тресков. Поэтому пользоваться ею в качестве возбудителя электромагнитных волн во время демонстрации опытов нужно только самое короткое время.

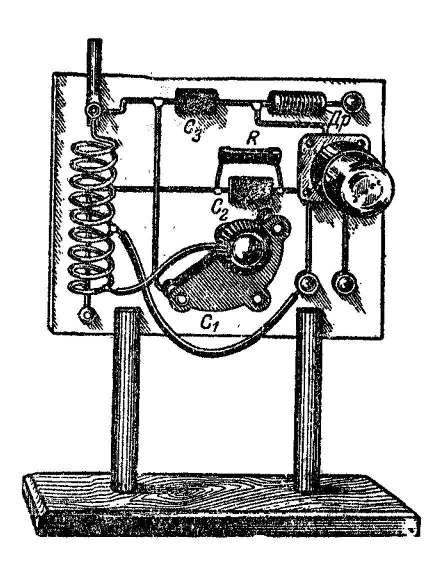
ГЕНЕРАТОР ТОКОВ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ

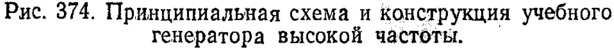
Чтобы продемонстрировать принцип передачи и приема радиосигналов, зависимость настройки колебательного контура от его емкости и индуктивности, явление резонанса, а также проделать некоторые другие интересные опыты, нужен генератор токов высокой частоты, колебательные контуры и кое-какие другие простые устройства.

Принципиальная схема и внешний вид генератора токов высокой частоты показаны на рис. 374. В нем используется лучевой тетрод 6П1П, 6П6С, 6П3С или 6П14П, включенный триодом (его экранная сетка соединена с анодом). Питается он от сети переменного тока через трансформатор *Тр*.

Катушка L и конденсатор C_1 образуют колебательный контур генератора. Конденсатор C_2 и сопротивление R обеспечивают необходимые условия работы лампы в генераторном режиме. Конденсатор C_3 — разделительный; он пропускает колебания высокой частоты из анодной цепи лампы в контур LC_1, задержи-






Рис. 374. Принципиальная схема и конструкция учебного генератора высокой частоты.

вая постоянную составляющую анодной цепи лампы. Дроссель высокой частоты *Др* препятствует проникновению колебаний высокой частоты в трансформатор *Тр*. Катушка *L* содержит 10—12 витков медной проволоки диаметром 2—5 *мм*. Ее надо намотать виток к витку на цилиндрической болванке диаметром 50—80 *мм*. Когда будешь катушку крепить на панели, растяни ее немного, чтобы между витками получились промежутки по 8—10 *мм*.

Конденсатор C_1 должен быть с воздушным диэлектриком и наибольшей емкостью 100—120 *пф*. Между его подвижными и неподвижными пластинками должны быть зазоры по 2,5—3 *мм*, иначе при работе генератора между ними будет искрение. Такой конденсатор можно сделать из конденсатора старой конструкции, удалив из него часть пластин. Он может быть и самодельный из четырех-пяти подвижных и пяти-шести неподвижных пластин. Конденсатор C_2 — слюдяной, емкостью 220—250 *пф*. Сопротивление *R* типа ВС-1 или МЛТ-1. Его величина может быть в пределах 22—33 *ком*. Конденсатор C_3 должен быть обязательно слюдяным или керамическим емкостью 270—560 *пф* на рабочее напряжение не менее 500 *в*. Дроссель высокой частоты *Др* намотай на картонном каркасе длиной 40—50 *мм* и диаметром 15—20 *мм*, уложив на нем 50—80 витков провода ПЭЛ или ПШО 0,2—0,3. Витки дросселя укладывай с постепенно увеличивающимися промежутками.

Детали генератора на панели соединяй медной проволокой толщиной 2—3 *мм*. Катод лампы гибким изолированным проводником при помощи небольшого зажимчика соедини с одним из промежуточных витков катушки. Правильное место подключения этого проводника найдешь во время налаживания генератора. Верхний конец контурной катушки соедини с короткой металлической трубкой, в которую будет вставляться металлический штырек, выполняющий роль антенны. К зажиму, соединенному с нижним концом катушки, будет подключаться изолированный проводник, заменяющий заземление. Длина штырька антенны и проводника заземления по 80—100 *см*. На ось конденсатора переменной емкости обязательно насади эбонитовую или пластмассовую ручку.

Для питания генератора может быть использован любой силовой трансформатор от приемника. Один конец его высоковольтной обмотки соедини с выводом накальной обмотки, а другой конец — с анодом лампы через дроссель (включаются обе половины высоковольтной обмотки, чтобы получить напряжение не менее 500 *в*; средний вывод этой обмотки не используется). Трансформатор укрепи на отдельной панели, специальной подставке или в ящичке и подключай к генератору через зажимы.

Для демонстрации работы генератора и для налаживания его сделай виток с лампочкой, описанный в беседе двадцать девятой (рис. 294). Лампочку желательно использовать по возможности с меньшим током накала.

После проверки правильности монтажа подключи к генератору трансформатор и включи его в сеть. Вначале проводник, соединенный с катодом лампы, должен быть подключен к четвертому-пятому витку катушки (считая от нижнего конца), а подвижные пласти-

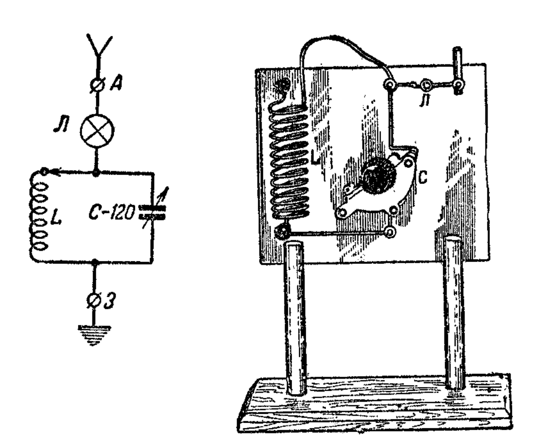


Рис. 375. Принципиальная схема и устройство приемного колебательного контура.

ны конденсатора переменной емкости находится в среднем положении. Антенный штырек и проводник заземления пока не подключай.

Когда катод накалится, поднеси к генератору виток с лампочкой, расположив его параллельно виткам контурной катушки. Лампочка пробника должна загореться. Она будет гореть тем ярче, чем ближе пробник к катушке. Удали теперь виток на такое расстояние от катушки, при котором лампочка его будет еще гореть. После этого переключением зажимчика катодного проводника на другие витки катушки генератора добейся наиболее яркого горения лампочки. Лампочка может перегореть, если виток слишком близко поднести к катушке генератора.

Этот генератор работает достаточно устойчиво. Диапазон генерируемых им частот находится примерно в пределах 7,5—15 *Мгц*, что соответствует волнам длиной 40—20 *м*.

ПРИЕМНЫЙ КОЛЕБАТЕЛЬНЫЙ КОНТУР

Принципиальная схема и устройство приемного колебательного контура показаны на рис. 375. Катушка и конденсатор переменной емкости, а также штырек антенны и проводник заземления здесь точно такие же, как и в генераторе. Между антенным зажимом и колебательным контуром включена лампочка накаливания от карманного фонаря. Попробуй включить ее не так, как показано на схеме, а в разрыв замкнутого контура — последовательно с катушкой или конденсатором. При точной настройке контура на частоту генератора лампочка будет гореть, если генератор и приемный контур расположены близко друг к другу

ОПЫТЫ

Вот некоторые опыты, которые можно проделать с генератором и приемным контуром.

О п ы т п е р в ы й. Поднеси к контурной катушке генератора неоновую лампочку — она будет светиться. Почему? Потому что электрическое поле высокой частоты, пронизывая лампочку, ионизирует частицы газа, наполняющего ее баллон. При этом неон светится. «Прощупай» цоколем неоновой лампочки все проводники цепей генератора, и ты убедишься, что колебания высокой частоты есть всюду, кроме тех проводников, куда их не пропускает дроссель.

О п ы т в т о р о й. Привяжи на ниточке лезвие от безопасной бритвы и, взяв нитку за второй конец, опусти лезвие внутрь катушки генератора. Через некоторое время лезвие нагреется (это нужно попробовать при различных положениях подвижных пластин конденсатора переменной емкости и заметить то, при котором получается наилучший результат). Если лезвие обернуть небольшим кусочком кинопленки, то через некоторое время пленка воспламенится. Это свидетельствует о сильном нагреве лезвия.

Почему нагревается стальное лезвие? Потому что магнитное поле высокой частоты, существующее в катушке, возбуждает в металле лезвия токи, которые и нагревают его. На этом принципе, как ты уже знаешь, основаны высокочастотная закалка и плавка металла.

О п ы т т р е т и й. Подключи к генератору высокой частоты штырек — антенну и кусок проводника — заземление, превратив таким образом генератор в передатчик . Установи подвижные пластины конденсатора в среднее положение. Вблизи генератора поставь приемный колебательный контур, также снабженный антенной и заземлением (рис. 376). Настрой приемный контур на частоту генератора. При этом лампочка, включенная в цепь антенны приемного контура, будет ярко гореть. Измени частоту генератора, и лампочка приемного контура погаснет. Чтобы она вновь загорелась, необходимо приемный контур настроить в резонанс с частотой генератора.

Расстояние между генератором и приемным контуром, при котором горит лампочка, зависит от напряжения, питающего генератор, и величины тока лампочки накаливания. При использовании лампочки от карманного фонаря, рассчитанной на ток 0,28 *а*, она может гореть на расстоянии 1—1,5 *м*, а при лампочке, рассчитанной на ток 0,15 *а*, это расстояние может достигать 2—3 *м*. Если же проводники

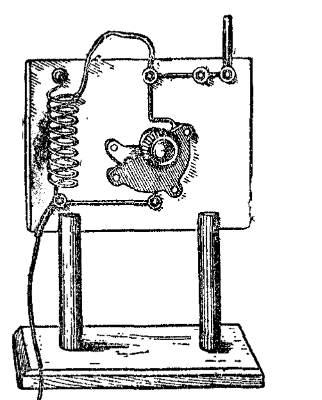
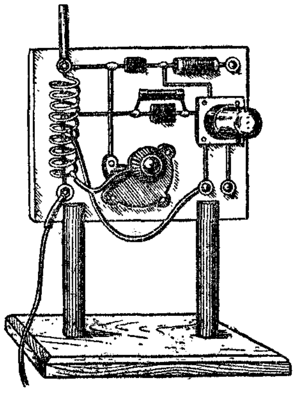
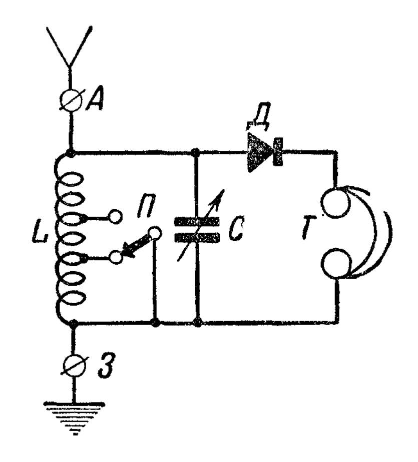



Рис. 376. Демонстрация принципа радиопередачи и радиоприема.



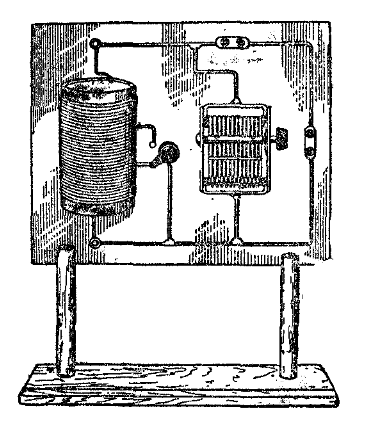


Рис. 377. Развернутая схема детекторного приемника.

заземления генератора и приемного контура соединить, то расстояние, на котором будет гореть лампочка приемного контура, увеличится до 15—20 *м*.

Опыт четвертый. Расположи приемный контур и генератор на расстоянии 0,5—1 *м* и настрой их в резонанс. А теперь помести между ними лист бумаги, кусок фанеры или деревянный щит. Лампочка приемного контура будет по-прежнему светиться. Если даже генератор установить с одной стороны стены, а приемный контур — с другой, лампочка приемного контура все равно будет гореть. Значит, радиоволны свободно проникают через эти преграды. Связь между генератором и приемником ухудшится или совсем пропадет, если между ними поместить металлический лист. В этом случае часть энергии радиоволн будет поглощаться металлом, а часть рассеиваться им. Поэтому до антенны приемника излучаемая антенной передатчика энергия почти не дойдет.

Посоветуйся с преподавателем физики, он подскажет тебе еще некоторые, не менее любопытные опыты.

РАЗВЕРНУТАЯ СХЕМА РАДИОПРИЕМНИКА

Большую ценность для физического кабинета и радиокружка представляют развернутые схемы действующих радиоприемников или отдельных каскадов, из которых можно составить приемник.

Наиболее желательными учебными пособиями являются детекторный приемник, одноламповый усилитель низкой частоты, одноламповый приемник и выпрямитель. Они, так же как и описанные выше пособия, монтируются на плоских панелях с подставками.

Детекторный приемник сделай с цилиндрической катушкой и конденсатором переменной емкости (рис. 377). Достаточно вставить в соответствующие гнезда детектор и вилку телефона, подключить антенну и заземление и работу приемника можно демонстрировать.

На одном большом щите можно смонтировать несколько действующих схем детекторных приемников, например: с настройкой вариометром, конденсатором переменной емкости, переключателями, с фиксированной настройкой. Такое пособие позволит начинающим радиолюбителям рассмотреть различные схемы и конструкции детекторных приемников, выбрать для постройки тот из них, который больше понравится.

Одноламповый усилитель низкой частоты (рис. 378) можно собрать, например, на триоде 6С5С. В его анодную цепь можно включать электромагнитные телефонные трубки, электромагнитный или маломощный электродинамический громкоговоритель. Можно смонтировать и более сложный, например двухламповый, усилитель, который можно будет ис-

пользовать для проигрывания грампластинок или в качестве маломощного радиоузла.

Одноламповый приемник с обратной связью может быть смонтирован по примеру, показанному на рис. 379. Параллельно телефонным гнездам, являющимся выходом приемника, включено сопротивление R_2, выполняющее роль анодной нагрузки лампы, когда к приемнику будет подключаться усилитель низкой частоты. В эти гнезда можно включать телефонные трубки любого типа. Дроссель высокой частоты можно заменить сопротивлением 10—15 *ком*.

В этом приемнике целесообразно использовать триод, например типа 6Ф5С, или триодную часть лампы 6Г2. Если подходящего триода не окажется, то поставь в приемник пентод.

Выпрямитель (рис. 380) для питания учебных развернутых схем может быть собран по однополупериодной или двухполупериодной схеме с использованием кенотрона, селеновых столбиков или плоскостных полупроводниковых диодов. Лучше собрать двухполупериодный выпрямитель. При желании на панели можно смонтировать измерительные приборы, показывающие напряжения и величины токов анодной и накальной цепей приемника.

Предлагаемые пособия позволяют демонстрировать схемы, устройство и работу детекторного приемника без усилителя и с усилителем, однолампового приемника с обратной связью. Если одноламповый приемник с обратной связью соединить с усилителем низкой частоты, получится двухламповый приемник прямого усиления по схеме O-V-1. Работу усилителя низкой частоты можно демонстрировать отдельно, если на его вход включить звукосниматель или телефонную трубку вместо микрофона.

Все эти учебно-наглядные пособия, разумеется, можно питать от батарей, заменив сетевые лампы батарейными.

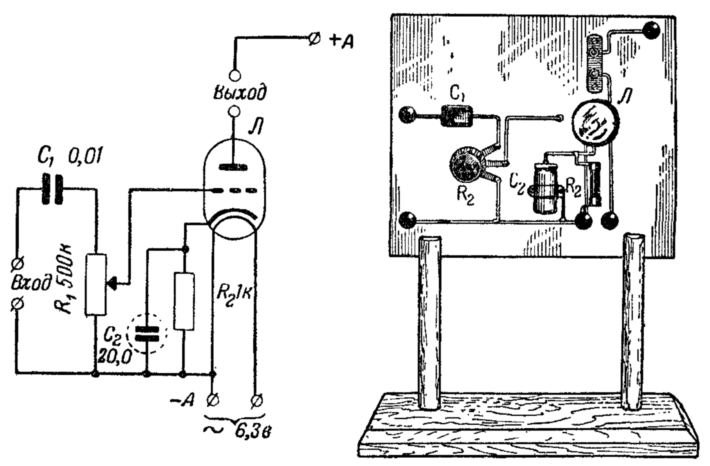


Рис. 378. Принципиальная схема и конструкция однолампового усилителя низкой частоты.

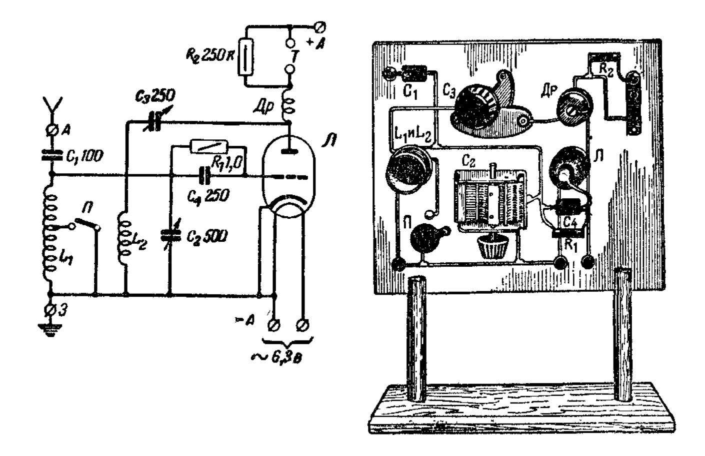
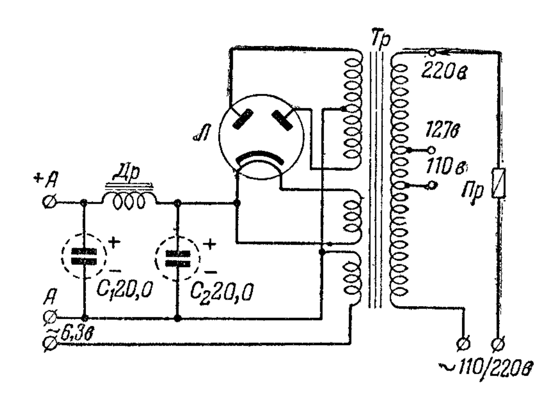


Рис. 379. Принципиальная схема и конструкция однолампового приемника с обратной связью.



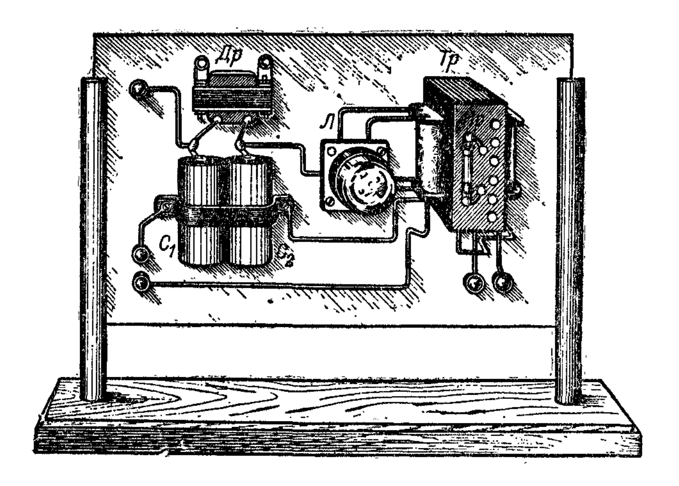


Рис. 380. Принципиальная схема и конструкция кенотронного выпрямителя

Те немногие демонстрационные приборы, о которых здесь рассказано, а также некоторые другие пособия, которые посоветует изготовить учитель физики, помогут провести содержательный, интересный сбор или вечер в школе, посвященный, например, Дню радио, организовать увлекательные занятия кружка юных радиолюбителей. Эти учебно-наглядные пособия являются скромным, но ценным подарком родной школе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наши беседы окончены. В них мы познакомили тебя с основами электро- и радиотехники, научили читать радиосхемы, собирать, испытывать и налаживать сравнительно несложные радиотехнические конструкции, рассказали мы и о применении радиотехники сегодня. Теперь перед тобой открываются обширные перспективы дальнейшего совершенствования своих знаний в области радиотехники, широкий путь к активной общественной и конструкторской работе. Ты можешь заняться звукозаписью, телевидением, радиотелемеханикой, изучать новые области применения радио.

Нам хотелось бы, чтобы ты, наш юный друг, свою дальнейшую радиолюбительскую деятельность связал прежде всего со своей школой. Будь организатором кружка, помоги своим товарищам стать радиолюбителями. Школа с ее мастерскими — отличнейшая база для плодотворной работы кружка. Постарайся направить самодеятельность кружка на помощь радиофикации школы, своего колхоза, села, поселка, детского дома, пионерского лагеря, на оснащение школьного физического кабинета учебными пособиями. Эта работа не менее интересна, чем постройка приемников или усилителей низкой частоты.

Будь среди товарищей инициатором овладения техникой ультракоротких волн. Какие заманчивые перспективы откроются перед теми, кто займется этим видом радиолюбительского спорта. При помощи любительских станций можно иметь постоянную связь с товарищами, радиостанциями других школ, станций юных техников, ближайших домов и дворцов пионеров.

Ультракоротковолновая станция величиной с фотоаппарат — незаменимое средство связи в походах и экскурсиях. А разве не увлекательно принять участие в «охоте на лис», имея в руках УКВ приемник, отыскивать передатчики, спрятанные где-то в овраге или в кустах.

Каждый год проводятся выставки технического творчества пионеров и школьников, выставки радиолюбителей-конструкторов ДОСААФ. Стремись к тому, чтобы на них были твои и твоих товарищей конструкции. Эти выставки обогащают знания и опыт, расширяют круг товарищей по интересам.

Коммунистическая партия и Советское правительство поставили задачу шире использовать радиотехнику на производстве, в сельском хозяйстве, на транспорте, в науке и технике. Для решения этой крупнейшей государственной задачи, для дальнейшего прогресса отечественной радиотехники нужны многочисленные кадры радиоспециалистов, массовый опыт, широкие эксперименты.

Огромную помощь в этом деле оказывало, оказывает и впредь будет оказывать радиолюбительство, которое у нас справедливо называют народной радиолабораторией. И ты можешь занять место в этой чудесной лаборатории.

Не исключено, что, сделавшись радиолюбителем, ты впоследствии станешь хорошим радиотехником, радиоинженером, изобретателем, ученым в области радио. Ты сможешь создавать совершенно новые конструкции радиоприемников и передатчиков, работающие от атомных или солнечных батарей, портативные быстродействующие электронные машины, аппаратуру для передачи электроэнергии без проводов, радиоэлектронные приборы для управления заводами-автоматами, химическими реакциями, плавкой металлов.

Может быть, именно тебе предстоит быть творцом фотонных или ионных ракет, летающих со скоростью света, прокладывать в космосе электромагнитные дороги для межпланетных кораблей, решать другие проблемы, интересующие человечество. Сегодня это пока еще мечта. А завтра мечта может стать реальностью, оставив далеко позади самую смелую фантазию писателя.

А если тебе и не доведется стать радиоспециалистом, то всюду, куда бы ни привела тебя жизненная дорога, ты всегда сумеешь применить на практике те знания и умения, которые тебе дало радиолюбительство. Совершенствуй свои знания, конструируй, изобретай, выдвигай смелые проекты и со всей страстью энтузиаста осуществляй их.

Помни, что новые пути в науке и технике прокладывают иногда простые люди, практики, новаторы.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ПРИЕМНО-УСИЛИТЕЛЬНЫЕ И ВЫПРЯМИТЕЛЬНЫЕ ЛАМПЫ

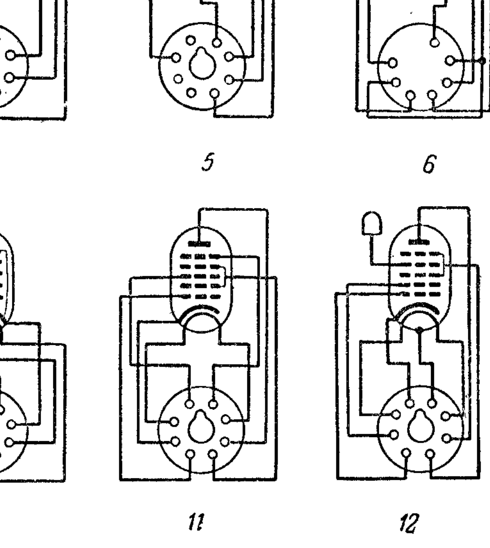
Условное обозначение	Тип лампы	Цоколевка, № (стр. 274, 275)	Напряжение накала, *в*	Ток накала, *а*	Напряжение на аноде, *в*	Напряжение на экранной сетке, *в*	Смещение на управляющей сетке, *в*	Анодный ток, *ма*	Ток экранной сетки, *ма*	Выходная мощность, *вт*
Батарейные приемно-усилительные радиолампы										
1А1П	Гептод-преобразователь	1	1,2	0,06	90	45	0	0,8	1,9	—
1А2П	Гептод-преобразователь	1	1,2	0,03	60	45	0	0,7	1,1	—
1Б1П	Диод-пентод	2	1,2	0,06	90	60	0	1,6	0,4	—
1Б2П	Диод-пентод в. ч.	2	1,2	0,03	60	45	0	0,9	0,2	—
1К1П	Пентод в. ч.	3	1,2	0,06	90	45	0	1,8	0,65	—
1К2П	Пентод в. ч.	3	1,2	0,03	60	45	0	1,4	0,4	—
1Н3С	Выходной двойной триод	4	1,2	0,12	120	—	—5,5	2,3	—	0,4
2Ж2М	Пентод в. ч.	5	2,0	0,06	120	70	—1,0	1,0	0,3	—
2К2М	Пентод в. ч.	5	2,0	0,06	120	70	—1,0	2,0	0,6	—
2П1П	Лучевой тетрод	6	1,2	0,12	90	90	—4,5	9,5	2,1	0,27
2П2П	Лучевой тетрод	6	1,2	0,06	60	60	—3,5	3,5	0,8	0,09
2П9М	Лучевой тетрод	7	2,0	1,0	250	150	—6,0	35	1,5	6,0
СО-242	Гептод-преобразователь	8	2,0	0,16	120	70	0	2,2	2,3	—
СО-243	Выходной двойной триод	4	2,0	0,24	120	—	0	6,3	—	0,8
СО-244	Выходной пентод	9	2,0	0,85	120	120	—2,5	4,1	0,75	0,13
Сетевые приемно-усилительные лампы										
6А2П	Гептод-преобразователь	10	6,3	0,3	250	100	—1,5	3,0	7,0	—
6А7	Гептод-преобразователь	11	6,3	0,3	250	100	0	3,5	9,0	—
6А8	Гептод-преобразователь	12	6,3	0,3	250	100	—3,0	3,3	2,7	—
6А10С	Гептод-преобразователь	11	6,3	0,3	250	100	0	3,5	9,0	—
6Б2П	Диод-пентод в. ч.	13	6,3	0,3	250	100	—1,5	6,5	1,8	—
6Б8С	Диод-пентод в.ч.	14	6,3	0,3	250	100	—3,0	9,0	2,3	—
6Г1	Двойной диод-триод	15	6,3	0,3	250	—	—9,0	9,5	—	—
6Г2	Двойной диод-триод	15	6,3	0,3	250	—	—2,0	1,1	—	—
6Г7	Двойной диод-триод	16	6,3	0,3	250	—	—3,0	1,1	—	—
6Е1П	Индикатор настройки	17	6,3	0,3	100	—	—2,0	2,0	—	—
6Е5С	Индикатор настройки	18	6,3	0,3	250	—	—4,0	5,3	—	—
6Ж2П	Пентод в. ч.	19	6,3	0,175	120	120	—2,0	5,5	5,5	—
6Ж3	Пентод в. ч.	20	6,3	0,3	250	150	—1,0	10,8	4,0	—
6Ж4П	Пентод в. ч.	21	6,3	0,3	250	100	—1,0	11,0	4,2	—
6Ж7	Пентод в. ч.	22	6,3	0,3	250	100	—3,0	2,1	0,6	—
6Ж8	Пентод в. ч.	23	6,3	0,3	250	100	—3,0	3,0	0,8	—
6И1П	Гексод-преобразователь	24	6,3	0,3	250	100	—2,0	6,0	3,0	—
6К3	Пентод в. ч.	23	6,3	0,3	250	100	—3,0	9,2	2,5	—
6К4П	Пентод в. ч.	21	6,3	0,3	250	100	—1,0	11,0	4,2	—
6К7	Пентод в. ч.	22	6,3	0,3	250	100	—3,0	7,0	1,7	—
6К9С	Пентод в. ч.	22	6,3	0,3	250	100	—3,0	9,2	2,5	—
6Н1П	Двойной триод	25	6,3	0,3	250	—	—4,8	8,0	—	—
6Н2П	Двойной триод	25	6,3	0,3	250	—	—1,5	2,3	—	—
6Н5С	Двойной триод	26	6,3	2,5	135	—	—30,0	110	—	—
6Н7С	Двойной триод	27	6,3	0,81	300	—	—6,0	3,5	—	—
6Н8С	Двойной триод	26	6,3	0,3	250	—	—8,0	9,0	—	—
6Н9С	Двойной триод	26	6,3	0,3	250	—	—2,0	2,3	—	—
6Н15П	Двойной триод	28	6,3	0,45	100	—	—2,0	9,0	—	—
6П1П	Лучевой тетрод	29	6,3	0,45	250	250	—12,5	45,0	7,0	3,8
6П3С	Лучевой тетрод	30	6,3	0,9	250	250	—14,0	72,0	8,0	5,4

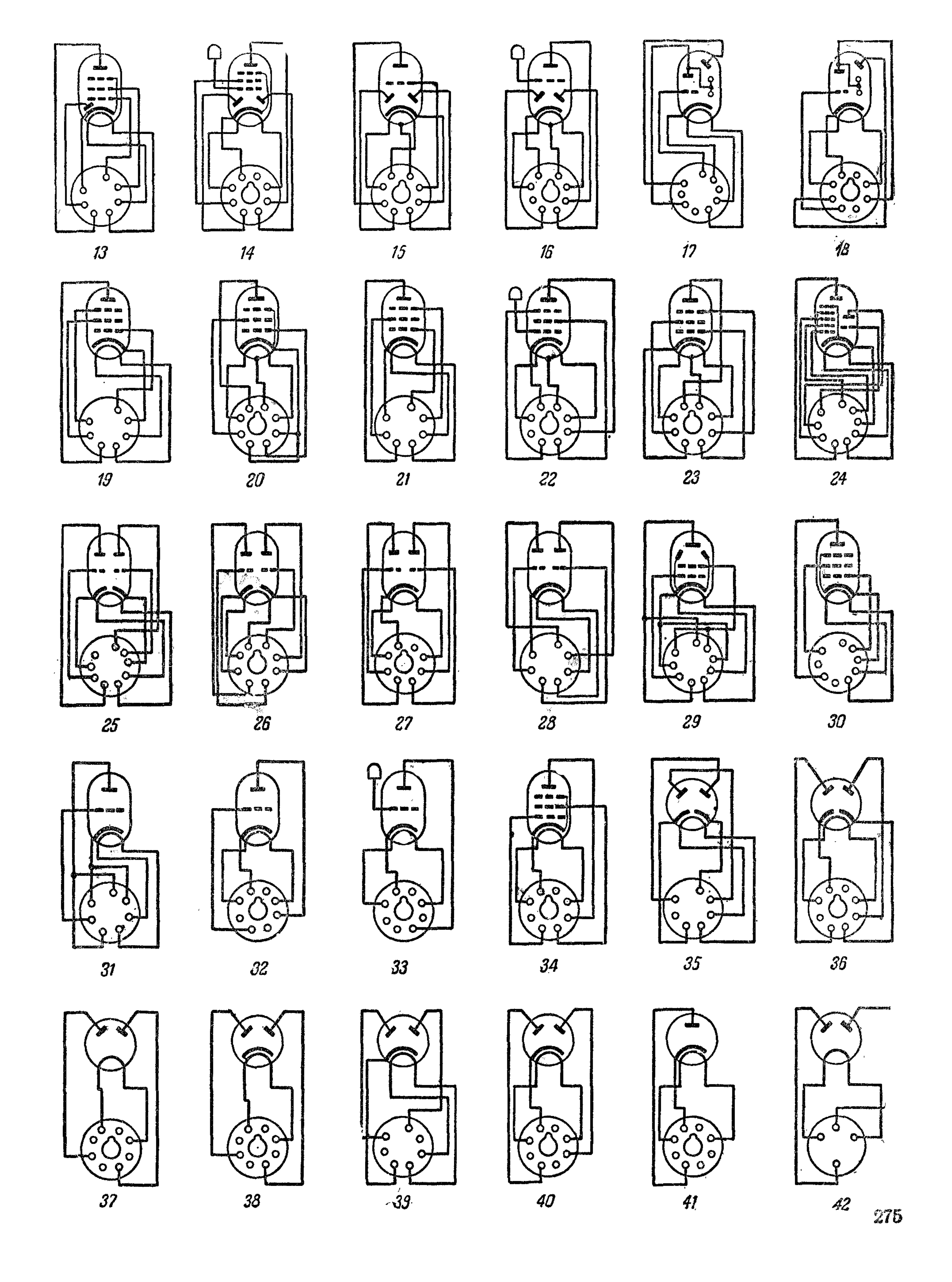
Условное обозначение	Тип лампы	Цоколевка, № (стр. 275, 276)	Напряжение накала, *в*	Ток накала, *а*	Напряжение на аноде, *в*	Напряжение на экранной сетке, *в*	Смещение на управляющей сетке, *в*	Анодный ток, *ма*	Ток экранной сетки, *ма*	Выходная мощность, *вт*
6П6С	Лучевой тетрод	30	6,3	0,45	250	250	—12,5	45,0	7,5	3,6
6П14П	Выходной пентод	31	6,3	0,76	250	250	—6,4	50,0	7,0	4,5
6С1П	Триод н. ч.	32	6,3	0,15	250	—	—7,0	6,1	—	—
6С2С	Триод н. ч.	33	6,3	0,3	250	—	—8,0	9,0	—	—
6С5С	Триод н. ч.	33	6,3	0,3	250	—	—8,0	8,0	—	—
6Ф5С	Триод н. ч.	34	6,3	0,3	250	—	—2,0	1,0	—	—
6Ф6С	Выходной пентод	30	6,3	0,7	250	250	—12,5	34,0	6,5	3,1
6Х2П	Двойной диод	35	6,3	0,3		Используется для детектирования				
6Х6С	Двойной диод	36	6,3	0,3		Используется для детектирования				
30П1С	Лучевой тетрод	30	30,0	0,3	110	110	—7,5	45,0	4,0	1,6

Выпрямительные лампы (кенотроны)

Условное обозначение	Тип лампы	Цоколевка, № (стр. 275)	Напряжение накала, *в*	Ток накала, *а*	Наибольшее допустимое напряжение на каждом аноде, *в*	Наибольший выпрямленный ток, *ма*
5Ц3С	Двуханодный кенотрон	37	5,0	3,0	400	225
5Ц4С	Двуханодный кенотрон	38	5,0	2,0	400	125
6Ц4П	Двуханодный кенотрон	39	6,3	0,6	300	75
6Ц5С	Двуханодный кенотрон	40	6,3	0,6	300	75
30Ц1М	Одноанодный кенотрон	41	30,0	0,3	250	90
30Ц6С	Двуханодный кенотрон	35	30,0	0,3	250	90
В0-188	Двуханодный кенотрон	42	4,0	2,0	500	150

Цоколевка радиоламп




13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ВЫХОДНЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ

Приемник, в котором установлен трансформатор	Тип выходной лампы	Сопротивление звуковой катушки громкоговорителя, *ом*	Сечение сердечника, *см*²	Первичная обмотка		Вторичная обмотка	
				число витков	диаметр провода, *мм*	число витков	диаметр провода, *мм*
АРЗ-54	6П6С	5,5	2,56	2 500	0,12	81	0,41
„Байкал"	6П14П	5,6	—	2 600	0,12	64	0,51
„Баку"	6П3С	3,0	6,6	2 300+100[1]	0,2	67+3[2]	0,74
„Балтика" ВЭФ М-697	6П6С	2,4	—	2 150	0,15	58	0,8
„Балтика-52"	6П3С	1,6	—	2 150	0,15	45	0,8
„Балтика М-254", „ВЭФ-Аккорд"	6П6С	1,6	—	2 650	0,12	45+650[3] и 3[4]	0,8+0,12 и 0,8
„Беларусь"	2×6П3С	11,0	8,3	2×1 525	0,14	105	0,72
„Восток-49"	6П6С	3,2	3,6	2 800	0,12	79	0,64
ВЭФ М-557	6Ф6С	2,0	—	3 200	0,13	66	0,7
„Даугава"	6П3С	2,7	6,0	2 000	0,16	65+700[3]	0,7+0,1
„Днепропетровск"	6П3С	—	4,0	2 530	0,12	50+850	0,69+0,12
„Дорожный"	2П1П	—	1,0	3 550	0,12	60	0,51
„Искра"	2П1П	3,25	2,5	3 500	0,1	80	0,51
„Искра-53"	2П1П	5,5	—	2 650	0,1	75 и 700[5]	0,51 и 0,1
„Ленинградец"	30П1С	3,8	—	1 225+125[6]	0,12	45	0,69
„Минск-55"	2×6П6С	3,4	—	2×1 700	0,12	120 и 650[3]	0,74 и 0,12
„Москвич"	30П1С	3,8	2,88	2 500	0,12	55	0,69
„Москвич-В", „Кама"	6П6С	3,25	2,56	2 850+150[6]	0,1	60	0,64
„Москвич-3", „Огонек"	6П6С	3,25	2,56	2 850	0,1	60	0,64
„Нева-52"	6П3С	3,4	6,4	2 600	0,23	80	1,0
„Нева-55"	6П3С	3,4	6,4	2 500+400[6]	0,2	80 и 600[3]	0,8 и 0,15
„Октябрь"	2×6П6С	3,5	5,28	2×1 200	0,15	38	1,35
„Рекорд-47", АРЗ-49	30П1С	3,25	2,56	2 000+200[6]	0,12	87	0,59
„Рекорд-52"	6П6С	3,25	2,56	2 600+200[6]	0,12	66	0,51
„Рекорд-53"	6П6С	5,6	2,88	2 600+200[6]	0,12	90	0,41
„Рига Б-912"	2П1П	2,8	3,5	2 360	0,12	28	0,6
„Рига-6"	6П6С	2,65	3,8	2 800	0,15	70	0,64
„Родина", „Родина-47"	2×2Ж2М	3,0	3,2	2×3 000	0,1	33	0,8
„Родина-52"	2×2П1П	3,0	2,16	2×1 750	0,1	50 и 1200[3]	0,64 и 0,1
„Таллин Б-2"	2П1П	—	5,0	4 800	0,15	83	0,8
„Тула"	2П1П	4,0	—	2 500	0,09	60	0,55
„Урал-52"	6П3С	3,4	—	2 045+655[1]	0,15	73	0,8
„Чайка"	6П3С	3,4	7,25	1 650+600[1]	0,15	64	0,8
„Электросигнал-2"	6П3С	3,0	5,0	1 360+840[1]	0,13	56	0,9
„Эстония"	2×6П1П	1,2	—	2×800	0,18	13	1,0

[1] Отвод для дополнительного громкоговорителя.
[2] Секция отрицательной обратной связи.
[3] Обмотка дополнительного громкоговорителя.
[4] Обмотка отрицательной обратной связи.
[5] Обмотка для автоматической регулировки смещения на управляющей сетке выходной лампы.
[6] Секция компенсации фона переменного тока.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

СИЛОВЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ И АВТОТРАНСФОРМАТОРЫ

Приемник, в котором установлен трансформатор	Мощность, *вт*	Сечение сердечника, *см*²	Сетевая обмотка		Повышающая обмотка		Обмотка накала кенотрона		Обмотка накала ламп	
			число витков	диаметр провода, *мм*	число витков	диаметр провода, *мм*	число витков	диаметр провода, *мм*	число витков	диаметр провода, *мм*
АРЗ-54	40	7,2	693+520	0,27+0,23	1 330	0,15	40	0,51	39	0,8
„Баку"	60	14,8	363+56+307	0,51+0,51+0,33	2 830	0,2	19	1,0	24	1,0
„Балтик.	70	—	2×(338+52)	0,38	2×865	0,2	17	0,8	21	1,0
„Балтика-52"	65	—	2×(350+52)	0,35	2×900	0,23	17	0,8	21	1,0

Приемник, в котором установлен трансформатор	Мощность, *вт*	Сечение сердечника, *см²*	Сетевая обмотка: число витков	Сетевая обмотка: диаметр провода, *мм*	Повышающая обмотка: число витков	Повышающая обмотка: диаметр провода, *мм*	Обмотка накала кенотрона: число витков	Обмотка накала кенотрона: диаметр провода, *мм*	Обмотка накала ламп: число витков	Обмотка накала ламп: диаметр провода, *мм*
„Балтика М-254"	65	—	2×(397+62)	0,31	2×920	0,2	20	0,8	26	0,74
"Беларусь"[1]	180	—	2×(310+54)	0,51	2×955	0,35	16	1,25	20	1,4
„Восток-49"	80	14,4	2×(414+55)	0,33	2×820	0,18	18	1,0	23	1,0
ВЭФ М-557	65	—	372+58+315	0,5+0,5+0,35	2×1 060	0,16	18	0,8	22	0,9
ВЭФ М-697	70	—	2×(338+52)	0,38	2×900	0,2	17	0,8	21	1,0
„ВЭФ-Аккорд"	65	—	2×(392+62)	0,31	2×900	0,2	20	0,74	26	0,74
„Даугава"	85	14,1	2×(365+56)+335[2]	0,35+0,2	2×870	0,2	18	1,0	23	1,0
„Днепропетровск"[1]	65	12,8	415+61+344	0,51+0,51+0,35	2×960	0,2	19	1,08	23	1,16
„Минск-55"	120	—	2×(230+38)	0,51	2×550	0,25	11	1,25	14,5	1,25
„Москвич-В", „Кама"	35	5,6	779+345+255[3]	0,25+0,2+0,2	Нет		Нет		44[4]	0,8
„Москвич-3"[1]	40	—	667+490	0,35+0,25	1 250	0,15	38	0,45	38	0,83
„Нева-52", „Нева-55"	80	17,2	2×(363+57)	0,51	2×960	0,25	18	1,0	23	1,25
„Огонек"	30	9,68	600+440	0,35+0,25	965	0,15	34	0,49	34	0,87
„Октябрь"	85	13,5	2×(340+53)	0,49	2×880	0,25	17	0,8	20[5]	1,35
„Рекорд-52"	40	—	621+284[3]+169	0,35	Нет		33	0,44	33	0,85
„Рекорд-53"	—	—	660+102+558	0,25	1 250	0,15	42	0,51	41	0,93
„Рига-6"	55	10,9	450+69	0,31	2×1 100	0,16	22	1,0	28	1,0
„Урал-52"	80	12,5	2×(400+60)	0,31	2×1 200	0,2	19	0,8	21	1,0
„Чайка"	90	13,5	2×(315+48)	0,41	2×780	0,2	16	0,86	20	1,0
„Электросигнал-2"	70	—	2×(400+60)	0,33	2×865	0,18	20	0,93	26	1,0
„Эстония"	—	10,0	2×(366+56)	0,41	850	0,29	23	1,0	23	1,0

[1] Между сетевой и остальными обмотками имеется электростатический экран—однослойная незамкнутая обмотка из провода диаметром 0,13—0,2 *мм*, вывод которой заземляется при монтаже.
[2] Секция для питания электродвигателя радиолы.
[3] Отвод на выпрямитель.
[4] Входит в сетевую обмотку.
[5] Сделан отвод от середины для заземления обмотки.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

ПЛОСКОСТНЫЕ ДИОДЫ ДЛЯ ВЫПРЯМИТЕЛЕЙ

Тип диода	$t=+20°$ C: Выпрямленный ток, *ма*	$t=+20°$ C: Наибольшее обратное напряжение, *в*	$t=+20°$ C: Шунтирующее сопротивление, *ком*	$t=+50°$ C: Выпрямленный ток, *ма*	$t=+50°$ C: Наибольшее обратное напряжение, *в*	$t=+50°$ C: Шунтирующее сопротивление, *ком*
ДГ-Ц21	300	50	15—18	200	40	4,7—5,6
ДГ-Ц22	300	100	33—39	200	90	8,2—10
ДГ-Ц23	300	150	47—56	200	110	12—15
ДГ-Ц24	300	200	56—68	200	145	15—18
ДГ-Ц25	100	300	120—180	100	200	22—27
ДГ-Ц26	100	350	180—220	100	230	27—33
ДГ-Ц27	100	400	220—270	100	280	33—39
Д7А	300	50	22—27	200	35	5,6—6,8
Д7Б	300	100	39—56	200	60	12—15
Д7В	300	150	68—100	200	90	18—22
Д7Г	300	200	100—150	300	125	22—27
Д7Д	300	300	150—180	300	190	33—39
Д7Е	300	350	180—220	300	220	33—39
Д7Ж	300	400	220—270	300	250	39—47

Примечание. В таблице приведены типовые режимы работы диодов для разных температур окружающего воздуха. Первый режим ($t=+20°$ C) приемлем для самых простых приемников и усилителей без мощных выходных ламп; второй—для малогабаритных и с мощными выходными лампами приемников и усилителей.

В графах „Выпрямленный ток" указаны наибольшие токи, которые можно получить от двухполупериодных выпрямителей. Однополупериодные выпрямители отдают вдвое меньшие токи.

Напряжение, которое надо получить от выпрямителя, должно быть примерно втрое меньше наибольшего обратного напряжения. Чтобы получить большее выпрямленное напряжение, надо соответственно увеличивать число диодов, включаемых в выпрямитель последовательно.

Мощность рассеяния шунтирующих сопротивлений 0,25—0,5 *вт*.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

ГАЛЬВАНИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ И БАТАРЕИ

Наименование элемента, батареи			Начальное напряжение, *в*	Начальная емкость, *а-ч*	Сопротивление внешней цепи, *ом*	Срок сохранности, мес.
Новое	Старое	Торговое				
1,28-НВМЦ-525	БНС-МВД-500	„Девиз“	1,28	525	2	15
1,28-НВМЦ-525п	БНС-МВД-400	„Экран“	1,28	525	2	15
1,3-НВМЦ-150	6-С-МВД-150	—	1,3	135	5	15
1,3-НВМЦ-75	—	„Прибой“	1,3	75	4,5	12
1,3-НВМЦ-250	—	„Волна“	1,3	250	4,5	15
1,46-НМЦ-60ч	БНС-15	Накал „Воронеж“	1,46	60	3	12
1,5-СНМЦ-0,6	КБ-СА	Накал „Слух“	1,5	0,6	25	6
1,58-СНМЦ-2,5	НС-СА	Накал „Звук“	1,58	2,5	10	10
1,6-ФМЦ-У-32	1-КС-У-3	„Сатурн“	1,6	3,2	10	12
3,7-ФМЦ-0,5	КБС-Л-0,5	—	3,7	0,5	10	6
4,1-ФМЦ-07	КБС-Х-0,7	—	4,1	0,7	10	8
31-САМЦЧ-0,02	ГБЧ-СА-30	Анод „Слух“	31	0,02	50 000	6
49-САМЦГ-0,25п	ГБ-СА-45	Анод „Звук“	49	0,25	25 000	8
4-АСМЦГ-5п	БС-Г-60-С-8	„Энергия“	анод 54 сетка 4	5 5	800 60	15
65-АНМЦ-1,3п	„Тула“	„Тула“ „Заря“	анод 65 накал 2,5	1,3 29,5	4 680 20	15
67-5-АМЦГ-У-0,06	—	„Малыш“ (анод)	67,5	0,06	10 330	6
68-АМЦ-Х-0,6	БАС-60-Х-0,6	—	68	0,6	4 680	12
70-АМЦ-У-1,3	БАС-Г-60-У-1,3	—	70	1,3	4 680	15
70-АМЦГ-5	БС-Г-70	„Дружба“	70	5	1 000	15
70-АНВ-275ч	—	„Электрон“	анод 70 накал 5,2	— —	8 000 75	12
75-АМЦГ-22ч	—	„Радуга“	75	—	8 000	8
100-АМЦГ-У-2,0	БАС-Г-80-У-2,1	—	100	2,0	7 000	15
100-АМЦГ-2,0	БАС-Г-Л-2,1	—	100	2,0	7 000	15
100-АМЦГ-0,7	БАС-Г-80-Л-0,8	—	100	0,7	7 000	15
102-АМЦ-У-1,0	БАС-80-У-1,0	—	102	1,0	7 000	15
102-АМЦГ-1,2	БАС-Г-90	—	102	1,2	7 000	12
120-АМЦГ-0,27	БАС-Г-120	—	120	0,27	8 750	6

СПРАВКИ

Как выписать книги по радиотехнике

Книги, выходящие массовым тиражом, высылают наложенным платежом (без задатка) отделения «Книга — почтой».

Заказы можно направлять по следующим адресам:

Москва, Ж-125, ст. Текстильщики, Остаповское шоссе, корпус 8, магазин № 89 Москниготорга, «Книга — почтой».

Москва, Ж-88, Шарикоподшипниковая ул., корпус 7, магазин № 62 Москниготорга, «Книга — почтой».

Москва, 2, Арбат, 21, магазин «Военная книга».

Отделения «Книга — почтой» имеются во всех республиканских, краевых и областных центрах СССР.

Планы издательств, выпускающих литературу для радиолюбителей, ежегодно публикуются в первых номерах журнала «Радио».

Издательства литературу не высылают.

Откуда можно выписать радиотовары

Радиотовары высылает Центральная торговая база «Союзпосылторг» (и ее отделения) согласно прейскуранту, который имеется для ознакомления во всех почтовых отделениях.

Адрес Центральной торговой базы «Союзпосылторг»: Москва, Е-126, Авиамоторная ул., 50.

Адреса отделений Центральной торговой базы «Союзпосылторга»: Свердловск, ул. Урицкого, 1; Новосибирск, Советская ул., 8; Ростов-на-Дону, Московская ул., 122; Ташкент, ул. Островского, 3.

Центральные радиолюбительские организации

Центральный комитет ДОСААФ (отдел радиоподготовки и радиоспорта) — г. Тушино, Московской области, Осоавиахимовский квартал, 8.

Центральный радиоклуб ДОСААФ — Москва, ул. Сретенка, 26/1.

Редакции популярных научно-технических журналов

«Знание — сила» — Москва, Ж-68, 3-й Автозаводской пр., 13.

«Техника— молодежи» — Москва, А-55, Сущевская ул., 21.

«Радио» — Москва, Б-66, Ново-Рязанская ул., 26.

«Юный техник» — Москва, Центр, ул. Богдана Хмельницкого, 5.

При редакциях имеются заочные консультации, дающие ответы по вопросам, затрагиваемым в журналах.

СОДЕРЖАНИЕ

Заключение

Приложения

Мне всегда нравились старые, сильно потрёпанные книжки. Потрёпанность книги говорит о её высокой востребованности, а старость о вечно ценном содержании. Всё сказанное в большей степени касается именно технической литературы. Только техническая литература содержит в себе ту великую и полезную информацию, которая не подвластна ни политическим веяниям, ни моде, ни настроениям! Только техническая литература требует от своего автора по истине великих усилий и знаний. Порой требуется опыт целой жизни, чтобы написать небольшую и внешне невзрачную книгу.

К сожалению ни что не вечно в этом мире, книги треплются, разваливаются на отдельные листы, которые затем рвутся в клочья и уходят в никуда. Плюс ко всему орды варваров, которым без разницы, что бросить в костёр или чем вытереть свой зад. Именно их мы можем благодарить за сожженные и растоптанные библиотеки.

Если у Вас есть старая книга или журнал, то не дайте им умереть, отсканируйте их и пришлите мне. Совместными усилиями мы можем создать по истине уникальное и ценное собрание старых технических книг и журналов.